(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7635806号
(P7635806)

(45)発行日　令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日　令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類

Ｆ０１Ｎ　3/28　(2006.01)	Ｆ０１Ｎ	3/28	３０１Ｅ
Ｂ０１Ｄ　53/94　(2006.01)	Ｂ０１Ｄ	53/94	２２２
Ｆ０１Ｎ　3/08　(2006.01)	Ｂ０１Ｄ	53/94	４００
Ｆ０１Ｎ　3/10　(2006.01)	Ｆ０１Ｎ	3/08	Ｂ ＺＡＢ
	Ｆ０１Ｎ	3/10	Ａ

ＦＩ

請求項の数　5　（全10頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2023-140256(P2023-140256)
(22)出願日　令和5年8月30日(2023.8.30)
審査請求日　令和5年8月30日(2023.8.30)

(73)特許権者　000000170
いすゞ自動車株式会社
神奈川県横浜市西区高島一丁目２番５号
(74)代理人　110004222
弁理士法人創光国際特許事務所
(74)代理人　100166006
弁理士　泉 通博
(74)代理人　100154070
弁理士　久恒 京範
(74)代理人　100153280
弁理士　寺川 賢祐
(74)代理人　100167793
弁理士　鈴木 学
(72)発明者　柴田 慶子
神奈川県藤沢市土棚８番地 いすゞ自動
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　排気浄化システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

内燃機関の排気ガスが流れる排気通路と、

前記排気通路に設けられ、前記排気ガス中の窒素酸化物を還元浄化する還元触媒と、

を備え、

前記還元触媒は、

表面に第１粒径の白金粒子が付着している第１触媒部と、

表面に前記第１粒径よりも小さい第２粒径の白金粒子が付着している第２触媒部と、

を有し、

前記第１触媒部は、円柱形状の前記還元触媒の中心側を軸方向に沿って設けられており、

前記第２触媒部は、前記第１触媒部の外側に前記軸方向に沿って設けられている、排気浄化システム。

【請求項２】

前記第１触媒部及び前記第２触媒部は、円柱形状となっており、

前記第２触媒部は、前記第１触媒部から見て前記排気通路の下流側に位置している、

請求項１に記載の排気浄化システム。

【請求項３】

前記第１触媒部と前記第２触媒部は、前記排気通路において隣接している、

請求項２に記載の排気浄化システム。

【請求項４】

前記排気通路には、燃料噴射部が炭化水素であるアルカン及びアルケンを含む燃料を噴射した前記内燃機関から前記排気ガスが流れる、
請求項１に記載の排気浄化システム。
【請求項５】
前記窒素酸化物を還元するための尿素水を前記排気通路に噴射する尿素水噴射部と、
前記排気通路において前記尿素水噴射部と前記還元触媒の間に設けられ、前記尿素水を攪拌する攪拌部と、を更に備える、
請求項１に記載の排気浄化システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、内燃機関の排気ガスを浄化する排気浄化システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
排気浄化システムは、内燃機関の排気ガス中に含まれる窒素酸化物（ＮＯｘ）を還元浄化するための還元触媒（ＳＣＲ触媒）を有する。還元触媒は、アンモニアを還元剤として、排気ガス中の窒素酸化物を還元浄化する。還元触媒の表面には、金属粒子として所定粒径の白金粒子が付着している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０２１－１６９０９５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
近年、内燃機関に噴射する燃料として、従来の石油などの化石燃料の代わりに合成燃料が検討されている。合成燃料が内燃機関に噴射されて燃焼した場合の排気ガスにおいては、従来の還元触媒では窒素酸化物を適切に還元浄化できないおそれがある。
【０００５】
そこで、本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、合成燃料を燃焼した排気ガス中の窒素酸化物を適切に浄化することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の一の態様においては、内燃機関の排気ガスが流れる排気通路と、前記排気通路に設けられ、前記排気ガス中の窒素酸化物を還元浄化する還元触媒と、を備え、前記還元触媒は、表面に第１粒径の白金粒子が付着している第１触媒部と、表面に前記第１粒径よりも小さい第２粒径の白金粒子が付着している第２触媒部と、を有する、排気浄化システムを提供する。
【０００７】
また、前記第１触媒部及び前記第２触媒部は、円柱形状となっており、前記第２触媒部は、前記第１触媒部から見て前記排気通路の下流側に位置していることとしてもよい。
【０００８】
また、前記第１触媒部と前記第２触媒部は、前記排気通路において隣接していることとしてもよい。
【０００９】
また、前記第１触媒部は、円柱形状の前記還元触媒の中心側を軸方向に沿って設けられており、前記第２触媒部は、前記第１触媒部の外側に前記軸方向に沿って設けられていることとしてもよい。
【００１０】
また、前記第１粒径は、３０ｎｍ以上５０ｎｍ未満の大きさであり、前記第２粒径は、

１０ｎｍ以上３０ｎｍ未満の大きさであることとしてもよい。
【００１１】
　また、前記排気通路には、燃料噴射部が炭化水素であるアルカン及びアルケンを含む燃料を噴射した前記内燃機関から前記排気ガスが流れることとしてもよい。
【００１２】
　また、前記窒素酸化物を還元するための尿素水を前記排気通路に噴射する尿素水噴射部と、前記排気通路において前記尿素水噴射部と前記還元触媒の間に設けられ、前記尿素水を攪拌する攪拌部と、を更に備えることとしてもよい。
【発明の効果】
【００１３】
　本発明によれば、合成燃料を燃焼した排気ガス中の窒素酸化物を適切に浄化できるという効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【００１４】
【図１】一の実施形態に係る排気浄化システムＳの構成を示す模式図である。
【図２】変形例に係るＳＣＲ触媒１４０を説明するための模式図である。
【図３】ＳＣＲ触媒１４０の内部構成を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
　＜排気浄化システムの構成＞
　図１は、一の実施形態に係る排気浄化システムＳの構成を示す模式図である。図１に示すように、排気浄化システムＳは、エンジン１０と、排気通路１５と、酸化触媒２０と、ＤＰＦ（Diesel Particulate Filter）２５と、尿素水噴射部３０と、攪拌部３５と、ＳＣＲ（Selective Catalytic Reduction）触媒４０と、ＡＳＣ（Ammonia Slip Catalyst）４５と、オゾン発生部５０と、オゾン噴射部５５と、制御装置１００とを有する。排気浄化システムＳは、トラック等の車両に搭載されており、エンジン１０の排気ガスを浄化する。
【００１６】
　エンジン１０は、燃料と吸気（空気）の混合気を燃焼、膨張させて、動力を発生させる内燃機関である。エンジン１０は、例えばディーゼルエンジンである。エンジン１０には、燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射部であるインジェクタが設けられている。
　排気通路１５は、エンジン１０と接続された排気管である。エンジン１０の排気ガスが、排気通路１５を流れる。
【００１７】
　本実施形態では、エンジン１０のインジェクタは、燃料として、ＣＯ２とＨ２から製造されるカーボンニュートラル燃料である合成燃料を噴射する。このため、排気通路１５には、インジェクタが合成燃料を噴射したエンジン１０で燃焼された排気ガスが流れることになる。カーボンニュートラル燃料は、製造から使用までの全過程で大気中のＣＯ２濃度を増加させない燃料である。
【００１８】
　合成燃料は、メタン等の気体合成燃料、又はメタノール等の液体合成燃料であるが、本実施形態の合成燃料は、炭化水素（ＨＣ）であるアルカンとアルケンを含む燃料である。このため、排気通路１５を流れる排気ガス中にも、アルカンとアルケンが含まれることになる。アルケンは、エチレンなどの分子中に二重結合を１つ含み、他はすべて単結合の鎖式炭化水素である。なお、アルカンは、パラフィンとも呼ばれ、ディーゼルエンジン用の燃料として広く使われている。アルカンは、メタンなどの鎖式の飽和炭化水素である。再生エネルギーで精製された水素とＣＯ２から生成される合成燃料については日本のみならず世界中で研究が進められている。本実施形態の合成燃料には、アルカンがアルケンよりも多く含まれている。ただし、上記に限定されず、合成燃料は、少なくともアルケンを含む燃料であればよく、アルケン以外を含んでもよい。

【００１９】
酸化触媒２０は、排気通路１５に設けられており、排気ガス中に含まれる煤を酸化する。例えば、酸化触媒２０は、ＨＣを酸化させることで、二酸化炭素（以下では、ＣＯ２と呼ぶ）と水に変換する。また、酸化触媒２０は、ＮＯを酸化してＮＯ２に酸化する。酸化触媒２０は、例えば、セラミック製の担持体の表面に触媒成分等が担持された構成となっている。
【００２０】
ＤＰＦ２５は、排気ガスに含まれる粒子状物質（ＰＭ）を捕集するフィルタである。ＤＰＦ２５は、酸化触媒２０の下流側に設けられている。ＤＰＦ２５は、例えば金属酸化物やセラミックス製のハニカム体で構成されており、ＰＭを隔壁の細孔や表面によって捕集する。
【００２１】
尿素水噴射部３０は、排気通路１５内に尿素水を噴射する。尿素水噴射部３０は、ＤＰＦ２５とＳＣＲ触媒４０の間に設けられている。尿素水噴射部３０が噴射した尿素水は、排気通路１５を流れる排気ガスの熱によって加水分解し、アンモニアが生成される。アンモニアは、排気ガス中のＮＯｘ（ＮＯとＮＯ２）を還元させ、窒素と水に変えることが出来る。
【００２２】
撹拌部３５は、尿素水噴射部３０が噴射した尿素水を撹拌する。撹拌部３５を設けることで、アンモニアが拡散されやすくなる。撹拌部３５は、排気通路１５において尿素水噴射部３０とＳＣＲ触媒４０の間に設けられている。
【００２３】
ＳＣＲ触媒４０は、排気通路１５を流れる排気ガス中の窒素酸化物を還元浄化する触媒である。ＳＣＲ触媒４０は、排気ガス中のＮＯｘ（主にＮＯ２）との還元反応を促進させる。ＳＣＲ触媒４０には、尿素水から生成されたアンモニアが吸着される。ＳＣＲ触媒４０は、吸着したアンモニアによってＮＯｘを無害な窒素と水に還元し、ＮＯｘの排出を低減させる。
ＳＣＲ触媒４０は、合成燃料を燃焼した排気ガス中のＮＯｘを適切に浄化するために、第１触媒部４２及び第２触媒部４３を有する。第１触媒部４２及び第２触媒部４３の詳細については、後述する。
【００２４】
ＡＳＣ４５は、ＳＣＲ触媒４０から脱離した余剰なアンモニアを分解する触媒である。ＡＳＣ４５が、例えばアンモニアを窒素や水に変換することで、アンモニアの排出を抑制できる。
【００２５】
オゾン発生部５０は、オゾンを発生する。オゾン発生部５０は、一例として無声放電方式にてオゾンを発生する。無声放電方式においては、間に誘電体が設けられた平行電極に交流電圧を印加して、酸素からオゾンを生成する。オゾン発生部５０は、発生したオゾンを、ポンプ等によって供給路５２を介してオゾン噴射部５５に供給する。
【００２６】
オゾン噴射部５５は、排気通路１５内にオゾンを噴射する。オゾン噴射部５５は、オゾン発生部５０が発生したオゾンを噴射する。噴射されたオゾンは、排気ガス中の煤を酸化させる。本実施形態では、オゾン噴射部５５は、酸化触媒２０の酸化性能が低下した場合に、オゾンを噴射して煤を酸化させる。また、オゾンを噴射することで、ＮＯがＮＯ２に酸化される。
【００２７】
濃度検出部６０、６１は、排気通路１５に設けられており、排気ガス中のＣＯ２の濃度を検出するセンサである。濃度検出部６０は、排気通路１５において酸化触媒２０の上流側に位置し、濃度検出部６１は、排気通路において酸化触媒２０の下流側に位置している。酸化触媒２０がＣＯを酸化するため、酸化触媒２０の下流側に位置する濃度検出部６１

が検出する第２濃度は、酸化触媒２０の上流側に位置する濃度検出部６０が検出する第１濃度よりも高い。

【００２８】

制御装置１００は、排気浄化システムＳの動作を制御する。例えば、制御装置１００は、エンジン１０の始動後に、濃度検出部６０、６１によるＣＯ２の濃度の検出と、オゾン噴射部５５によるオゾンの噴射とを制御する。制御装置１００は、濃度検出部６０が検出した第１濃度と濃度検出部６１が検出した第２濃度との濃度差が所定値より低い（すなわち、酸化触媒２０の酸化性能が低下した）場合には、オゾン噴射部５５にオゾンを噴射させる。

【００２９】

＜ＳＣＲ触媒の詳細構成＞

ＳＣＲ触媒４０は、図１に示すように、第１触媒部４２と、第２触媒部４３を有する。第１触媒部４２及び第２触媒部４３は、ＡＳＣ４５と共に、ケース４１内に一列に配置されている。

【００３０】

第１触媒部４２は、円柱形状であり、具体的にはハニカム構造となっている。第１触媒部４２は、基材である担体に触媒コート層が形成された構成となっている。担体としては、例えばゼオライト、ＳｉＯ２、酸化アルミニウム等が用いられる。触媒コート層には、貴金属等が担持されている。

【００３１】

触媒コート層に使用される貴金属には、白金族元素が用いられ、ここでは一例として白金とロジウムを上げる。ただし、上記に限定されず、触媒となる貴金属として、他の白金族元素（例えば、パラジウムやイリジウム）が用いられてもよい。

【００３２】

第１触媒部４２の表面である触媒コート層には、第１粒径の白金粒子が付着している。ここで、第１粒径は、３０ｎｍ以上５０ｎｍ未満の大きさである。好ましくは、第１粒径は、３５ｎｍ以上４５ｎｍ未満の大きさであることが望ましい。第１粒径の白金粒子は、触媒コート層に均一に分散している。なお、ここで「第１粒径」とは、第１触媒部４２の触媒コート層に付着している白金粒子のすべての粒径が、同一の粒径であることを必要としない。例えば、触媒コート層に付着している白金粒子の分布における中央値や平均値などの統計的な値が、上述で示された範囲に含まれるものであってもよい。または、例えば、触媒コート層に付着している白金粒子の分布における最大値と最小値とが、上述の範囲に含まれるものであってもよい。触媒コート層に付着している白金粒子の分布が正規分布である場合において平均値±３σ（σ：標準偏差）の範囲が、上述の範囲に含まれるものであってもよい。

【００３３】

第２触媒部４３は、第１触媒部４２と同様な形状であり、円柱形状となっている。第２触媒部４３の大きさは、第１触媒部４２の大きさと同じである。第２触媒部４３は、第１触媒部４２から見て排気通路１５の下流側に位置している。すなわち、排気ガスは、第１触媒部４２を通過したのち、第２触媒部４３を通過する。ここでは、第２触媒部４３は、排気通路１５（具体的には、ケース４１内）において第１触媒部４２に隣接している。また、ケース４１内において、第２触媒部４３と第１触媒部４２の距離は、第２触媒部４３とＡＳＣ４５との距離よりも小さい。ただし、上記に限定されず、第２触媒部４３は、ケース４１内において第１触媒部４２から離間していてもよい。

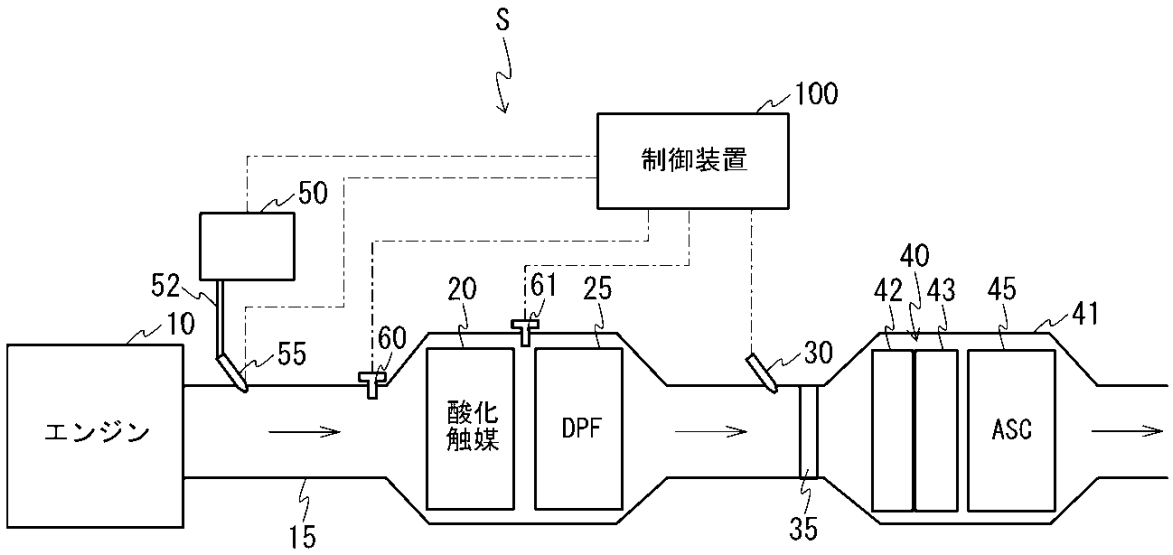
【００３４】

第２触媒部４３は、第１触媒部４２と同様に、基材である担体の表面に触媒コート層が形成された構成となっている。第２触媒部４３の担体及び触媒コート層の構成は、第１触媒部４２の担持体及び触媒コート層の構成と似ている。このため、第２触媒部４３の担持体及び触媒コート層について、詳細な説明は省略する。第２触媒部４３と第１触媒部４２で異なるのは、触媒コート層に担持された白金粒子の粒径である。

【００３５】
第２触媒部４３の表面である触媒コート層には、第１粒径よりも小さい第２粒径の白金粒子が付着している。ここで、第２粒径は、１０ｎｍ以上３０ｎｍ未満の大きさである。好ましくは、第２粒径は、１５ｎｍ以上２５ｎｍ未満の大きさであることが望ましい。第１粒径の白金粒子は、第２粒径の白金粒子よりも高密度で、触媒コート層に付着されている。なお、ここで「第２粒径」とは、第２触媒部４３の触媒コート層に付着している白金粒子のすべての粒径が、同一の粒径であることを必要としない。例えば、触媒コート層に付着している白金粒子の分布における中央値や平均値などの統計的な値が、上述で示された範囲に含まれるものであってもよい。または、例えば、触媒コート層に付着している白金粒子の分布における最大値と最小値とが、上述の範囲に含まれるものであってもよい。触媒コート層に付着している白金粒子の分布が正規分布である場合において平均値±３σ（σ：標準偏差）の範囲が、上述の範囲に含まれるものであってもよい。
【００３６】
第１触媒部４２及び第２触媒部４３を設けることによって、以下に説明するように、合成燃料が燃焼した排気ガス中のＮＯｘを適切に浄化することができる。以下では、合成燃料がアルケンとアルカンを含んでいるものとして説明する。
【００３７】
アルカンは、アルケンに比べて粒径が小さい白金粒子に吸着されにくいため、第２触媒部４３によるＮＯｘの浄化効率が低い。これに対して、第１触媒部４２を設けた場合には、排気ガス中にアルカンが含まれていても、粒径が大きい白金粒子にアルカンが吸着されやすくなるので、第１触媒部４２がＮＯｘを還元浄化しやすくなる。
【００３８】
アルケンは、分子内に二重結合を含むため、白金粒子に強く吸着されやすい。第２触媒部４３では、粒径が小さい白金粒子が高分散しているので、アルケンが第２触媒部４３の白金粒子に吸着されやすくなり、活性化され酸化されるので排気ガス中のＮＯｘの浄化効率を高められる。なお、第１触媒部４２のみを設けた場合には、アルケンが第１触媒部４２を吸着される量が、アルケンが第２触媒部４３に吸着される量よりも少ないため、排気ガス中のＮＯｘの浄化効率が低下する。
【００３９】
本実施形態では、第１触媒部４２が第２触媒部４３よりも上流側に設けられていることで、排気ガス中に多く含まれるアルカンが第１触媒部４２の白金粒子に吸着されやすくなるので、排気ガス中のＮＯｘの浄化を早めることができる。
【００４０】
なお、上記では、第１触媒部４２が排気通路１５の上流側に位置し、第２触媒部４３が排気通路１５の下流側に位置していたが、これに限定されない。例えば、第１触媒部４２が排気通路１５の下流側に位置し、第２触媒部４３が排気通路１５の上流側に位置してもよい。
【００４１】
（変形例）
図２は、変形例に係るＳＣＲ触媒１４０を説明するための模式図である。図３は、ＳＣＲ触媒１４０の内部構成を示す模式図である。
【００４２】
上述した実施形態のＳＣＲ触媒４０では、図１に示すように第１触媒部４２と第２触媒部４３が一列に並んでいたが、変形例に係るＳＣＲ触媒１４０では、第１触媒部１４２と第２触媒部１４３が二重になった構成となっている。
【００４３】
第１触媒部１４２は、図２及び図３に示すように、円柱形状のＳＣＲ触媒１４０の中心側を軸方向に沿って設けられている。第１触媒部１４２は、ＳＣＲ触媒４０の第１触媒部４２と同様な構成であり、第１触媒部１４２の触媒コート層には、第１粒径の白金粒子が付着している。第１粒径は、３０ｎｍ以上５０ｎｍ未満の大きさである。好ましくは、第

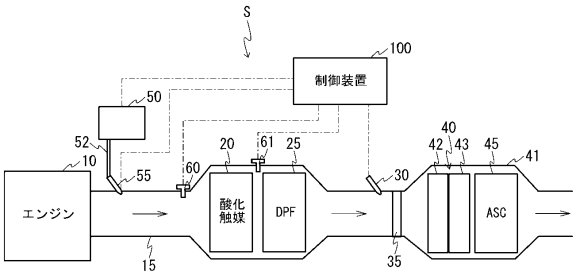
１粒径は、３５ｎｍ以上４５ｎｍ未満の大きさであることが望ましい。
【００４４】
第２触媒部１４３は、第１触媒部１４２の外側に軸方向に沿って設けられている。第２触媒部１４３の軸方向の長さは、第１触媒部１４２の軸方向の長さと同じである。第２触媒部１４３は、第１触媒部１４２を覆っている。第２触媒部１４３は、ＳＣＲ触媒４０の第２触媒部４３と同様な構成であり、第２触媒部１４３の触媒コート層には、第１粒径よりも小さい第２粒径の白金粒子が付着している。第２粒径は、１０ｎｍ以上３０ｎｍ未満の大きさである。好ましくは、第２粒径は、１５ｎｍ以上２５ｎｍ未満の大きさであることが望ましい。
【００４５】
変形例においても、第１触媒部１４２によって合成燃料中のアルカンが粒径の大きい白金粒子に吸着されやすくなることで、ＮＯｘを還元しやすくなる。また、第２触媒部１４３によって合成燃料中のアルケンが粒径の小さい白金粒子に吸着されやすくなることで、ＮＯｘを還元しやすくなる。また、アルカンを含む排気ガスは、ＳＣＲ触媒１４０の外側よりも中央側を通過しやすいため、第１触媒部１４２がＳＣＲ触媒１４０の中央側に位置することで、アルカンが第１触媒部１４２に付着しやすくなるので、ＮＯｘの浄化効率が高まる。
【００４６】
＜本実施形態における効果＞
上述した実施形態において、排気通路１５に設けられたＳＣＲ触媒４０は、表面に第１粒径の白金粒子が付着している第１触媒部４２と、表面に第１粒径よりも小さい第２粒径の白金粒子が付着している第２触媒部４３を有する。
これにより、第１触媒部４２及び第２触媒部４３が、合成燃料（例えば、アルカン及びアルケンを含む合成燃料）を燃焼した排気ガス中のＮＯｘを適切に浄化することができる。
【００４７】
以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、装置の全部又は一部は、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。また、複数の実施の形態の任意の組み合わせによって生じる新たな実施の形態も、本発明の実施の形態に含まれる。組み合わせによって生じる新たな実施の形態の効果は、もとの実施の形態の効果を併せ持つ。
【符号の説明】
【００４８】
１０　エンジン
１５　排気通路
３０　尿素水噴射部
３５　攪拌部
４０　ＳＣＲ触媒
４２　第１触媒部
４３　第２触媒部
１４０　ＳＣＲ触媒
１４２　第１触媒部
１４３　第２触媒部
Ｓ　排気浄化システム

【要約】
【課題】合成燃料を燃焼した排気ガス中の窒素酸化物を適切に浄化する。
【解決手段】排気浄化システムＳは、エンジン１０の排気ガスが流れる排気通路１５と、排気通路１５に設けられ、排気ガス中の窒素酸化物を還元浄化するＳＣＲ触媒４０を備える。ＳＣＲ触媒４０は、表面に第１粒径の白金粒子が付着している第１触媒部４２と、表面に第１粒径よりも小さい第２粒径の白金粒子が付着している第２触媒部４３を有する。
【選択図】図１

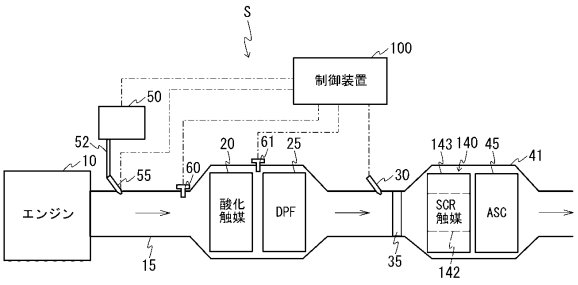


【図面】

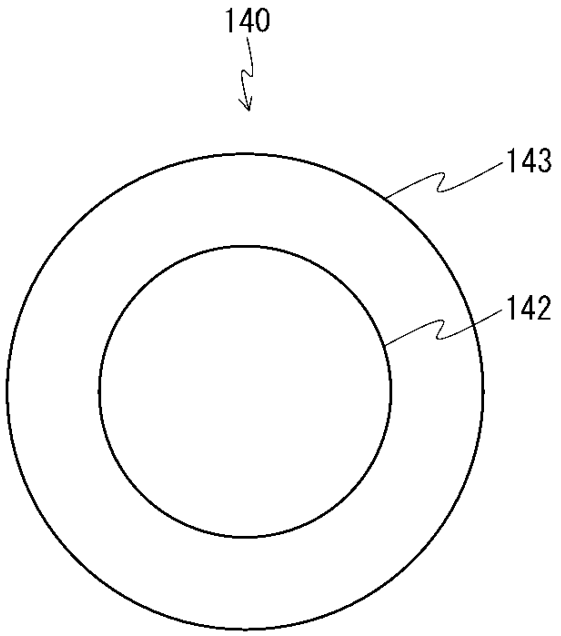
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ
　　Ｆ０１Ｎ　　3/28　　３０１Ｐ

車株式会社 藤沢工場内
審査官　　小関 峰夫

(56)参考文献　　特開平０８－２２９３５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１８６００２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１４９０９７（ＪＰ，Ａ）
特開２０２１－１５６２１７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０１Ｄ　５３／９４
Ｆ０１Ｎ　３／０８