

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4660724号
(P4660724)

(45) 発行日 平成23年3月30日 (2011.3.30)

(24) 登録日 平成23年1月14日 (2011.1.14)

(51) Int. Cl.	F I
FO1N 3/02 (2006.01)	FO1N 3/02 321E
BO1D 53/22 (2006.01)	FO1N 3/02 321A
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/22
BO1D 53/86 (2006.01)	BO1D 53/36 103B
BO1D 53/56 (2006.01)	BO1D 53/36 ZAB
請求項の数 6 (全 20 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2005-190047 (P2005-190047)	(73) 特許権者	593006630
(22) 出願日	平成17年6月29日 (2005.6.29)		学校法人立命館
(65) 公開番号	特開2006-200520 (P2006-200520A)		京都府京都市中京区西ノ京梅尾町1番地の7
(43) 公開日	平成18年8月3日 (2006.8.3)	(74) 代理人	110000280
審査請求日	平成20年6月3日 (2008.6.3)		特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2004-368879 (P2004-368879)	(72) 発明者	▲吉▼原 福全
(32) 優先日	平成16年12月21日 (2004.12.21)		滋賀県草津市野路東一丁目1番1号 立命館大学 びわこ・くさつキャンパス 理工学部内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	中西 康文
			滋賀県草津市野路東一丁目1番1号 立命館大学 びわこ・くさつキャンパス 理工学部内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 浄化装置、浄化方法、及び、排出ガス浄化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

イオン導電性を有して一面側に酸素イオンを与え得る固体電解質と、この固体電解質の一面側と他面側にそれぞれ設けられた第1電極と第2電極と、を有する浄化構造体を備え、

この浄化構造体は、燃焼器から排出される未燃焼微粒子を含む排出ガスを前記第1電極側から前記第2電極側へ通すことによって当該微粒子を当該第1電極側に捕集することができる多孔質であり、

前記第1電極側は、捕集した前記微粒子を、前記固体電解質によって当該第1電極側へ与えられた酸素イオンにより酸化させる酸化部であり、

前記第2電極側は、前記浄化構造体を透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元する還元部であることを特徴とする浄化装置。

【請求項2】

前記浄化構造体の第2電極側に、前記窒素酸化物を吸着させる吸着材が設けられている請求項1に記載の浄化装置。

【請求項3】

前記浄化構造体の第2電極側に、セリア又はセリア酸化物が設けられている請求項1に記載の浄化装置。

【請求項4】

前記浄化構造体は、前記第1電極側がアノード側となるよう両電極間に電圧を印加させ

ている状態と、両電極間において印加を止めて閉回路を構成している状態とに切り換え可能な制御手段と接続されている請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の浄化装置。

【請求項 5】

イオン導電性を有して一面側に酸素イオンを与え得る多孔質からなる固体電解質の当該一面側から他面側へ未燃焼微粒子を含む排出ガスを通すことにより、当該微粒子を当該一面側に捕集し、

捕集したこの微粒子を、前記固体電解質によって前記一面側に与えられた前記酸素イオンにより酸化させ、

前記固体電解質の他面側に透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を、当該他面側で還元することを特徴とする浄化方法。

10

【請求項 6】

燃焼器から排出される未燃焼微粒子及び窒素酸化物を含む排出ガスを通過させる排気流路と、この排気流路の一部に設けられている排出ガス浄化装置と、を備えた排出ガス浄化システムであって、

前記排出ガス浄化装置は、イオン導電性を有して一面側に酸素イオンを与え得る固体電解質と、この固体電解質の一面側と他面側にそれぞれ設けられた第 1 電極と第 2 電極と、を有する浄化構造体を備え、

この浄化構造体は、前記排気流路からの排出ガスを前記第 1 電極側から前記第 2 電極側へ通すことによって前記微粒子を当該第 1 電極側に捕集することができる多孔質であり、前記第 1 電極側は、捕集された当該微粒子を、前記固体電解質によって当該第 1 電極側へ与えられた酸素イオンにより酸化させる酸化部であり、かつ、前記第 2 電極側は、前記浄化構造体を透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元する還元部であることを特徴とする排出ガス浄化システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、燃焼器から排出される未燃焼微粒子（ディーゼル微粒子）や窒素酸化物の浄化を行う浄化装置、浄化方法、及び、ディーゼル微粒子及び窒素酸化物を含む排出ガスを浄化する排出ガス浄化システムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

現在、国民の生活や企業活動を支えている物流の主役は、トラックによる輸送とされており、トラックは経済活動にとって不可欠なものとなっている。トラックの動力となるディーゼルエンジンは他の熱機関に比べて熱効率が高く、省エネルギーや地球温暖化に有効である。しかしディーゼルエンジンは窒素酸化物（ NO_x ）や微粒子状物質（PM）といった大気汚染物質を大量に排出しており、環境問題においてトラックが少なからず影響を与えている。そこで、環境負荷の小さいディーゼルエンジン及びその周辺機器を普及させ、経済活動を維持し、さらに発展させていく取り組みが必要とされている。

【0003】

40

現在、ディーゼルエンジンから排出される NO_x や PM を浄化させる浄化方法として知られるものに、フィルターを用いる PM 浄化方法や触媒による NO_x 浄化方法がある。

また、固体電解質を用いた排出ガス浄化システムとして、固体電解質の両面に触媒を含む電極を積層させ、その固体電解質のカソード側に窒素酸化物を含む燃焼ガスを供給し、窒素酸化物の分解過程で生じる活性酸素を、固体電解質を通して強制的に排除することにより、窒素酸化物の分解除去を可能とする方法がある。しかし、これは PM を浄化するものではない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

従来のPM浄化方法はフィルターに堆積した微粒子をいかにして除去し、再生させるかが課題とされている。連続再生型システムの1つである連続再生式トラップは排出ガス中のNOをNO₂に酸化させ、このNO₂によりフィルターに捕集した微粒子を酸化させるものがある。しかし、排出ガス温度が250に達しない場合は微粒子の酸化が起こらないほか、別途NOの浄化装置が必要となる。また、DPNR(Diesel Particulate-NO_x Reduction system)は多孔質セラミックフィルターにNO_x吸蔵還元触媒を担持させたものであり、NO_x吸蔵時に生成する酸素ラジカルによりPMを酸化させ、定期的かつ瞬間的に燃料噴射量を増加させ、その際に排出されるCO、HCにより吸着させたNO_xを還元する方法がある。しかし、この方法は繊細かつ正確な燃料噴射制御が求められ、耐久性悪化、コスト高、燃費の悪化等の問題点を有している。

10

さらに、今後制定されるディーゼルエンジンの排出ガス基準を満たすためには、従来知られている浄化方法では不十分である。

【0005】

この発明は、前記問題点に鑑みてなされたものであり、排出ガスに含まれる微粒子状物質、窒素酸化物の浄化が可能であり、効率良く浄化が行われる浄化装置、浄化方法を提供し、さらに、排出ガス中の微粒子状物質及び窒素酸化物の両者の浄化を可能とする排出ガス浄化システム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】

【0006】

20

本発明の浄化装置は、イオン導電性を有して一面側に酸素イオンを与え得る固体電解質と、この固体電解質の一面側と他面側にそれぞれ設けられた第1電極と第2電極とを有する浄化構造体を備え、この浄化構造体は、燃焼器から排出される未燃焼微粒子を含む排出ガスを前記第1電極側から前記第2電極側へ通すことによって当該微粒子を当該第1電極側に捕集することができる多孔質であり、前記第1電極側は、捕集した前記微粒子を、前記固体電解質によって当該第1電極側へ与えられた酸素イオンにより酸化させる酸化部であり、前記第2電極側は、前記浄化構造体を透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元する還元部であることを特徴としている。

この構成によれば、浄化構造体が多孔質とされているため、未燃焼微粒子を含む排出ガスをこの浄化構造体に通すことによって、当該微粒子を第1電極側に捕集することができる(フィルタリングすることができる)。そして、第1電極側において、捕集された前記微粒子中の固形炭素質微粒子を、固体電解質によって与えられた酸素イオンにより酸化させて炭素酸化物とすることができる。

30

【0007】

また、この浄化装置では、前記浄化構造体の前記第2電極側は、当該浄化構造体を透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元する還元部であるため、固体電解質中においてイオンを移動させることにより、前記第1電極側である酸化部においては、未燃焼微粒子中の固形炭素質微粒子を酸化させて炭素酸化物とすると同時に、この還元部において、排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元して窒素ガスとすることができる。このように、排出ガス中の固形炭素質微粒子と窒素酸化物の同時浄化(同時分解)が可能となる。

40

【0008】

さらに、前記浄化構造体の第2電極側に、前記窒素酸化物を吸着させる吸着材が設けられているのが好ましい。これにより、浄化構造体を通過した排出ガスに含まれる窒素酸化物が第2電極側に吸着される。そして、固体電解質によりイオンを第2電極側から第1電極側へ移動させることによって、この窒素酸化物を還元することができる。

【0009】

または、前記浄化構造体の第2電極側に、セリア又はセリア酸化物が設けられているのが好ましい。これにより、浄化構造体を通過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を、第2電極側において還元することができる。

50

【0010】

また、前記浄化構造体は、前記第1電極側がアノード側となるよう両電極間に電圧を印加させている状態と、両電極間において印加を止めて閉回路を構成している状態とに切り換え可能な制御手段と接続されているのが好ましい。

この構成によれば、排出ガスの温度が高い場合、第1電極側において捕集された固形炭素質微粒子が燃焼されることによって、浄化構造体（固体電解質）を燃料電池として動作させることができる。このため、両電極間において印加を止めて閉回路を構成する状態とすることにより、電気エネルギーを浄化構造体に供給することなく、イオンの移動が可能となり、固形炭素質微粒子及び窒素酸化物の浄化処理を行わせることができる。そして、排出ガスの温度が低い場合、両電極間に電圧を印加してイオンを移動させることで、第1電極側では酸素イオンが与えられて固形炭素質微粒子の酸化が行われ、第2電極側では窒素酸化物の還元が行われる。

10

【0011】

また、この発明の浄化方法は、イオン導電性を有して一面側に酸素イオンを与え得る多孔質からなる固体電解質の当該一面側から他面側へ未燃焼微粒子を含む排出ガスを通すことにより、当該微粒子を当該一面側に捕集し、捕集したこの微粒子を、前記固体電解質によって前記一面側に与えられた前記酸素イオンにより酸化させ、前記固体電解質の他面側に透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を、当該他面側で還元することを特徴としている。

この方法によれば、未燃焼微粒子を含む排出ガスを、多孔質とされている固体電解質に通すことによって、当該微粒子をその一面側に捕集することができる。そして、捕集された微粒子中の固形炭素質微粒子を一面側において酸化させて炭素酸化物とすることができる。

20

【0012】

また、前記固体電解質の他面側に透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を、当該他面側で還元するので、固体電解質中においてイオンを移動させることにより、固体電解質の一面側で未燃焼微粒子中の固形炭素質微粒子を酸化させて炭素酸化物とすることができる。同時に、他面側では、排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元して窒素ガスとすることができる。つまり、排出ガス中の固形炭素質微粒子と窒素酸化物の同時浄化が行われる。

【0013】

また、この発明の排出ガス浄化システムは、燃焼器から排出される未燃焼微粒子及び窒素酸化物を含む排出ガスを通過させる排気流路と、この排気流路の一部に設けられている排出ガス浄化装置と、を備えた排出ガス浄化システムであって、前記排出ガス浄化装置は、イオン導電性を有して一面側に酸素イオンを与え得る固体電解質と、この固体電解質の一面側と他面側にそれぞれ設けられた第1電極と第2電極と、を有する浄化構造体を備え、この浄化構造体は、前記排気流路からの排出ガスを前記第1電極側から前記第2電極側へ通すことによって前記微粒子を当該第1電極側に捕集することができる多孔質であり、前記第1電極側は、捕集された当該微粒子を、前記固体電解質によって当該第1電極側へ与えられた酸素イオンにより酸化させる酸化部であり、かつ、前記第2電極側は、前記浄化構造体を透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元する還元部であることを特徴としている。

30

40

【0014】

この構成によれば、排気流路を流れる排出ガス中に含まれる未燃焼微粒子と窒素酸化物との両者をそれぞれ浄化構造体の一面側と他面側とにおいて同時に浄化させることができ、これらの低減が可能となる。排出ガス浄化装置に流れてくる排出ガスを、多孔質からなる浄化構造体を通すことで、未燃焼微粒子を浄化構造体の第1電極側において自動的に捕集することができる。つまり、流れてくる排出ガスを浄化構造体においてフィルタリングすることで未燃焼微粒子を捕集できるため、当該微粒子を捕集するための別のエネルギー源を不要とできる。そして、浄化構造体の第1電極側において、捕集した未燃焼微粒子中に含まれる固形炭素質微粒子を酸化させ二酸化炭素とすることができる。さらに、第2電

50

極側において、浄化構造体を透過した排出ガス中に含まれる窒素酸化物を窒素ガスに還元できる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、極めて微小なエネルギーの注入により効率的にディーゼル微粒子の酸化、窒素酸化物の還元、これら同時の処理を行うことが可能であり、高いレベルでの排出ガスの浄化を達成できる。従って、この浄化装置、浄化方法、排出ガス浄化システムをディーゼル機関の排出ガスの浄化に適用すれば、ディーゼル機関の高い熱効率を維持させたまま排気の浄化が可能となり、環境保護に役立つことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、この発明の実施の形態について添付図面を参照しながら詳述する。

図1は浄化装置を示すモデル図である。この浄化装置は、例えば排出ガスに含まれるディーゼル微粒子を浄化するためのものであり、ディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子(微粒子状物質: Particulate Matter) Mを浄化することができ、固形炭素質微粒子Mに含まれる炭素を酸化させて浄化を行う装置である。さらにこの装置は、このディーゼル微粒子中の炭化水素質微粒子の処理も行える。

図1に示している装置は、酸素イオン導電性を有する固体電解質1と、この固体電解質1の両面間に電圧を印加させる印加手段2とを備えている。

【0017】

図1に示す固体電解質1はパネル状とされており、その一面10に第1電極3を積層させ、その他面11に第2電極4を積層させている。固体電解質1は例えば燃料電池に用いられているものが適用でき、固体電解質1の両端側に電位差を与えることで酸素イオンを移動させることができる。また、第1電極3、第2電極4は通常電極として用いられる材質により板状とされているが、第1電極3、および第2の電極4のいずれも酸素の透過性を有するよう多孔質電極とされている。

【0018】

印加手段2は通常用いられている直流電源とすることができ、電圧を可変とするものが好ましい。印加手段2は、固体電解質1の一面10側に設けた第1電極3がアノードとなり、他面11側に設けた第2電極4がカソードとなるよう固体電解質1の両面間に電圧を印加させる。印加手段2により印加される電圧は固体電解質1の電気特性、及び雰囲気温度による。例えばリチウム安定化ジルコニアの場合、雰囲気温度350 のもと10ボルト以下である。

【0019】

この浄化装置は例えばディーゼル機関から排出される排出ガスを流すための排気流路(図示せず)に設けることができ、固体電解質1の一面10側がこの排気流路内に面するよう設けられてこの一面10側が排出ガス側Gとされる。そして、固体電解質1の他面11側が大気側(大気開放側)Aに面するよう固体電解質1は設けられる。

そして、固体電解質1のアノード側となる一面10側にはディーゼル微粒子を堆積させる堆積面12が形成されており、図1においては第1電極3の外表面が堆積面12とされている。なお、第1電極3の外表面とは固体電解質1との接面の反対側の面である。

【0020】

そして、この浄化装置による浄化方法は、固体電解質1の一面10側の堆積面12にディーゼル微粒子を堆積させ、印加手段2により所定の電圧を固体電解質1の両面間に印加させることにより、カソード側からアノード側へ酸素イオンを供給させる。そして、この酸素イオンによりアノード側の堆積面12に存在するディーゼル微粒子を酸化させることにより行われる。つまり、カソード側である大気側Aに含まれる酸素をアノード側である排出ガス側Gへ酸素イオンとして供給する。これにより、ディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子Mに含まれる炭素が一酸化炭素、二酸化炭素に連続的に酸化($C + O_2 \rightarrow CO_2$ 、 $2C + O_2 \rightarrow 2CO$)され、固形炭素質微粒子Mが浄化(分解)される。なお、固体電

10

20

30

40

50

解質 1 中の矢印は酸素イオンの移動方向を示している。

【 0 0 2 1 】

図 2 に示す浄化装置は、図 1 の浄化装置の第 1 電極 3 を省略したものであり、その他の構成は同様である。つまり、固体電解質 1 の他面 1 1 側にのみカソード側とされる電極 4 が設けられている。この浄化装置はディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子 M が導電性を有することを利用したものであり、固体電解質 1 の一面 1 0 を直接、ディーゼル微粒子に含まれる固形炭素質微粒子 M の堆積面 1 2 としたものであり、一定量のディーゼル微粒子（固形炭素質微粒子 M）が固体電解質 1 の一面 1 0 に堆積し印加手段 2 により通電が開始されることにより、大気側 A のカソード側から排出ガス側 G のアノード側へ酸素イオンの供給が行われる。

10

【 0 0 2 2 】

つまり、この浄化装置は、印加手段 2 と接続されるリード線 1 3 が固体電解質 1 の一面 1 0 側に接続されている。そして、固体電解質 1 の一面 1 0 側にディーゼル微粒子が堆積し、堆積したディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子 M とリード線 1 3 とが接触すると、印加手段 2 により電圧の印加が開始されて通電がされ固形炭素質微粒子 M 自体をアノードとさせる。これにより固体電解質 1 の両面間に所定の電位差を生じさせ酸素イオンの供給が行われる。つまり、一定量のディーゼル微粒子が堆積面 1 2 に堆積すると、その浄化が自動的に開始される。そして、リード線 1 3 は固体電解質 1 の一面 1 0 側にリング状や網目状等に設けられ、これにより固体電解質 1 の一面 1 0 側の堆積面 1 2 に部分的に堆積したディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子 M をこのリード線 1 3 に接触させて浄化が行われるようである。

20

【 0 0 2 3 】

図 3 に示す浄化装置は、図 1（図 2）に示す浄化装置によるディーゼル微粒子の処理と、酸化触媒を用いた窒素酸化物の処理とを同時に連続して行うものである。処理する窒素酸化物はディーゼル微粒子と共に排出ガスに含まれている。この浄化装置は、図 1 に示す浄化装置の固体電解質 1 の一面 1 0 側に吸着材 5 と酸化触媒 6 とを設けたものである。つまり、この装置は、酸素イオン導電性を有する固体電解質 1 と、固体電解質 1 の両面間に電圧を印加させる印加手段 2 と、固体電解質 1 の一面 1 0 側に設けられて窒素酸化物を吸着させる吸着材 5 と、固体電解質 1 の一面 1 0 側に設けられる酸化触媒 6 とを備えている。

30

【 0 0 2 4 】

固体電解質 1 は図 1 に示すものと同様であり、印加手段 2 は、固体電解質 1 のうちディーゼル微粒子が堆積される一面 1 0 側がアノード側となるよう電圧を印加させるものである。この装置においては、固体電解質 1 の一面 1 0 側に設けられる第 1 電極 3 を、酸化触媒 6 を含む多孔質電極により構成させるのがよい。例えば第 1 電極 3 を多孔質にされた白金とすることができる。つまり、第 1 電極 3 を酸化触媒 6 として併用している。そして、図 3 において、この第 1 電極 3（酸化触媒 6）の上に網状に窒素化合物の吸着材 5 を積層させている。なお、吸着材 5 としてはバリウムを含むものとする。図 3 に示す吸着材 5 は層状に形成されている。

40

【 0 0 2 5 】

図 3 に示すこの浄化装置による浄化方法は次のとおりである。まず、図 1（図 2）と同様に、固体電解質 1 の両面間に印加手段 2 により電圧を印加させ、カソード側からアノード側へ酸素イオンを供給する。そして、この酸化イオンにより固体電解質 1 のアノード側の堆積面 1 2 に存在するディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子 M を酸化（ $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ ）させて一酸化炭素を含む炭素酸化物とする（矢印 a）。この固形炭素質微粒子 M を有するディーゼル微粒子は排出ガス中に含まれるものであり、固体電解質 1 の一面 1 0 側の堆積面 1 2 に堆積される。なお、この堆積面 1 2 は酸化触媒 6 を有する第 1 電極 3 の外面及び吸着材 5 の外面となる。

【 0 0 2 6 】

そして、ディーゼル微粒子と共に排出ガス中に含まれる一酸化窒素を固体電解質 1 のア

50

ノード側において酸化触媒 6 により酸化 ($\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}$) させて二酸化窒素とする (矢印 b - 1 と矢印 b - 2)。この酸化の際に利用される酸素は主に排出ガスに含まれる酸素である。そして、この二酸化窒素を吸着材 5 に吸着させる。さらに、吸着させた二酸化窒素を、固形炭素質微粒子 M を酸化させて得た一酸化炭素によって還元 ($2\text{NO}_2 + 4\text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{CO}_2$) して、二酸化窒素を窒素としかつ一酸化炭素を二酸化炭素とさせる (矢印 c)。以上のように、排出ガスに含まれるディーゼル微粒子 (固形炭素質微粒子 M) と窒素酸化物 (一酸化窒素) が窒素と二酸化炭素とに連続的に浄化される。

【 0 0 2 7 】

また、ディーゼル微粒子の堆積面 1 2 に存在する酸化触媒 6 によりディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子 M の酸化が促進される。また、一酸化窒素が二酸化窒素へ酸化 ($\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}$) される際に (矢印 b - 1) 生成される活性酸素 (O) により固形炭素質微粒子 M の酸化が促進される。

10

【 0 0 2 8 】

さらに、この浄化装置の印加手段 2 は、印加電圧の極性を周期的に反転させる切り換え手段を有している。つまり、アノード側であった第 1 電極 3 をカソード側とし、カソード側であった第 2 電極 4 をアノード側に切り換え、この切り換えを連続して行わせている。図 4 は第 1 電極 3 がカソード側とされ第 2 電極 4 がアノード側とされた状態であり、これにより、排出ガス側 G である固体電解質 1 の一面 1 0 側で発生した活性酸素 (O) を強制的に大気側 A である固体電解質 1 の他面 1 1 側へ戻すよう作用させている。

20

【 0 0 2 9 】

これは、活性酸素により窒素、一酸化窒素が再合成 ($\text{N}_2 + 2\text{O} \rightarrow 2\text{NO}$ 、 $\text{NO} + \text{NO}_2$) されるのを抑制するためであり、これによりディーゼル微粒子と一酸化窒素の同時浄化をバランスよく行わせることができる。つまり、ディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子 M を酸素イオンにより酸化させて得た一酸化炭素により、吸着材 5 に吸着させた二酸化窒素を還元させて窒素に生成したにもかかわらず、生成した窒素を再度活性酸素により酸化させて窒素酸化物とさせることを抑制している。この印加手段 2 が有する切り換え手段は電気的手段により構成させることができ、排出ガス側 G の活性酸素量に応じてその周波数及び切り換え時間を変更可能とさせることができる。

【 0 0 3 0 】

次に、図 5 はディーゼル機関からの排出ガスの浄化を行う浄化システムを示す模式図であり、この排出ガスにはディーゼル微粒子 (固形炭素質微粒子 M) 及び窒素酸化物 (一酸化窒素) が含まれる。この浄化システムは、ディーゼル機関 (ディーゼルエンジン) 1 5 の排気口と接続されて排出ガスを排出させる排気流路 7 と、この排気流路 7 の一部に設けられる排出ガス浄化装置 8 とを備えている。また図 5 に示す排気流路 7 は排気管により構成されており、この排気管の途中に排出ガス浄化装置 8 が有する排出ガス浄化室 1 6 が設けられている。そして、この排出ガス浄化室 1 6 の内部に複数の固体電解質 1 が設けられている。固体電解質 1 は図 3 に示すものと同様とされる。

30

【 0 0 3 1 】

排出ガス浄化装置 8 は制御装置 1 7 と接続され、制御装置 1 7 は印加手段 2 及び印加手段 2 の印加電圧の極性を周期的に反転させる前記切り換え手段が設けられており、浄化装置 8 の動作を制御している。さらに浄化装置 8 は帯電装置 1 8 を有しており、帯電装置 1 8 は排出ガスに含まれるディーゼル微粒子を帯電させ、ディーゼル微粒子を固体電解質 1 の堆積面 1 2 (図 3 参照) に堆積させる。

40

【 0 0 3 2 】

この排出ガス浄化装置 8 は、複数の固体電解質 1 を備えており、各固体電解質 1 において、図 3 に示す浄化装置と同様に、固定電解質 1 の一面 1 0 側に設けられて窒素酸化物を吸着させる吸着材 5 と、固体電解質 1 の一面 1 0 側に設けられた酸化触媒 6 と、固体電解質 1 の両面間に電圧を印加させる印加手段 2 とを備えている。なお、印加手段 2 は複数の固体電解質 1 に対して共通化させている。各固体電解質 1 は酸素イオン導電性を有してお

50

り、一面10側が排気流路7からの排出ガスと接触するよう設けられかつ他面11側が大気中の酸素と接触するよう設けられる。印加手段2は、固体電解質1の一面10側に設けた第1電極3をアノード側としてかつ他面11側に設けた第2電極4をカソード側とさせるよう固体電解質1の両面間に電圧を印加させている。なお、排出ガス浄化装置8が有する固体電解質1、吸着材5、酸化触媒6、印加手段2は図1～図4により説明したものと同様であり、例えば、印加手段2は印加電圧の極性を周期的に反転させる切り換え手段を有している。

【0033】

図6は図5の浄化システムが備えている排出ガス浄化装置8の要部構成図であり、この浄化装置8は複数の固体電解質1を有する。図5と図6において、排気流路7に接続させた排出ガス浄化室16内に、複数枚(図6では7枚)の平板パネル状の固体電解質1が相互隙間を持って対面状となるよう重ねられて配設される。なお、固体電解質1は交互に裏返されて積層状とされ、隣り合う固体電解質1,1の一面10,10同士又は他面11,11同士が対面するよう配設される。そして、各隙間には棒状のスペーサ部材19が設けられており、これら複数枚の固体電解質1により固体電解質層20が形成されている。この固体電解質層20が排出ガス浄化室16内に設けられている。

【0034】

そして複数枚の固体電解質20の各隙間においてスペーサ部材19,19間に排出ガス用流路21又は空気用流路22が形成される。つまり、固体電解質層20の積層方向の一方側(図6の下部)から順に、排出ガス用流路21と、空気用流路22とが交互に形成される。なお、隣り合う固体電解質1,1の一面10,10間が排出ガス用流路21とされ、隣り合う固体電解質1,1の他面11,11間が空気用流路22とされる。

また、排出ガス用流路21を構成する隙間のスペーサ部材19の向きと、空気用流路22を構成する隙間のスペーサ部材19の向きとは、同方向としたり(図示せず)又は所定の角度で向きを変えることができ、図6においては、空気用流路22を構成する隙間のスペーサ部材19が排出ガス用流路21のスペーサ部材19に対して90°向きを変えて設けられており、排出ガスの流れ方向(矢印g方向)に貫通する排出ガス用流路21と、排出ガスの流れ方向に直交する方向(矢印a方向)に貫通する空気用流路22とが交互に形成されている。そして、排気流路7から流れてきた排出ガスはそのまま直線的に排出ガス用流路21に送られ、空気用流路22を排出ガス浄化室16の外部の大気側Aと連通させ、空気が空気用流路22に送られる。これにより、排出ガス用流路21を排出ガスが通過することにより、排出ガス中に含まれるディーゼル微粒子が排出ガス用流路21に面する固体電解質1の一面10側の堆積面12に堆積されて酸化され、かつ排出ガス中の窒素酸化物が還元される。

【0035】

図7は排出ガス浄化装置8の変形例であり、排気流路7内を流れてきた排出ガスの流れ方向(矢印g方向)に貫通する断面矩形の筒状の排出ガス浄化室16内に、筒状とされた固体電解質1が複数設けられている。固体電解質1は大気側Aとなる他面11側が内側面となるよう筒状として構成され、筒状とされた固体電解質1の外周面が排出ガス側Gとされる一面10側となり、かつ、堆積面12となる。そして、筒状の固体電解質1の軸方向が排出ガスの流れ方向(矢印g方向)に直交する方向(矢印a方向)とされ、これら固体電解質1は相互隙間を有するよう排出ガス浄化室16内に設けられている。

これにより、筒状の固体電解質1の内部が大気側Aと連通し、筒状の固体電解質1の内部に空気が通過可能となる。そして、排気流路7から流れてきた排出ガスが筒状の固体電解質1,1間の隙間を流れ、この隙間を通過する排出ガスに含まれるディーゼル微粒子が、筒状の固体電解質1の外周面側の堆積面12に堆積されて酸化され、かつ排出ガス中の窒素酸化物が還元される。

【0036】

図6と図7に示す排出ガス浄化装置8において、排出ガス浄化室16内に導入された排出ガス中のディーゼル微粒子を帯電装置18(図5参照)により帯電させ、固体電解質1

10

20

30

40

50

の堆積面 1 2 にディーゼル微粒子を積極的に捕集させている。つまり、排出ガスが排出ガス浄化装置 8 に流入する上流部に帯電電極を設け、固体電解質 1 の堆積面 1 2 側の電極 3 (図 3 参照) をグラウンドレベルとさせることにより電界が形成されてディーゼル微粒子を帯電させ、帯電させたディーゼル微粒子を効率よく固体電解質 1 の堆積面 1 2 に集塵させている。

【 0 0 3 7 】

また、図 7 に示す排出ガス浄化装置 8 は、筒状の固体電解質 1 の堆積面 1 2 となる外周面が排出ガスを部分的に遮断するよう配設されているため、外周面に排出ガスが直接的に吹き付けられるため、排出ガス中のディーゼル微粒子はその慣性力により固体電解質 1 の外周面に効率よく捕集される。さらに、排出ガス浄化室 1 6 内に排出ガスを浄化可能とさせる固体電解質 1 しか存在しないため、ディーゼル微粒子が他の部分に堆積して流路を塞ぐおそれがなく、排出ガス中のディーゼル微粒子の濃度が高い場合に効果的である。

10

【 0 0 3 8 】

図 8 と図 9 は排出ガス浄化装置 8 のさらに別の変形例であり、この浄化装置 8 の固体電解質 1 は断面 U 字形に成形され、固体電解質 1 は開口部から奥部へ伸びる側壁 2 3 と奥部の突き当たり状の奥壁 2 4 とから構成されている。そして、側壁 2 3 が排気流路 7 から流れてきた排出ガスの流れ方向 (矢印 g 方向) と平行となる向きとされて、奥壁 2 4 が排出ガスの流れ方向に直交する面を有するよう、複数の固体電解質 1 が排出ガス浄化室 1 6 内に設けられている。そして、断面 U 字形とされた固体電解質 1 はその内側面が図 3 に示した一面 10 側の堆積面 1 2 とされ、固体電解質 1 の外側面が大気側 A となる。なお、断面 U 字形の固体電解質 1 は周状の側壁 2 3 と奥壁 2 4 とを有する有底円筒状に形成したものとできる。さらに、断面 U 字形とされた固体電解質 1 は隣り合う固体電解質 1 と連結壁部材 2 5 により連結されており、連結された固体電解質 1 により排出ガス浄化室 1 6 が排出ガス側 G の空間と大気側 A の空間とに区画されている。

20

【 0 0 3 9 】

さらに、断面 U 字形とされた固体電解質 1 の内側にパイプ状の排気導管 2 6 が固体電解質 1 の内側面と隙間をもって挿入され、排気流路 7 から流れてきた排出ガスは排気導管 2 6 により固体電解質 1 の奥壁 2 4 側へ誘導される。誘導された排出ガスは固体電解質 1 の奥壁 2 4 に衝突し、その後、排気導管 2 6 の外周面と固体電解質 1 の側壁 2 3 内面との間を流れ、固体電解質 1 により浄化された排出ガスは排出ガス浄化室 1 6 の外部へと排出される。なお、連結された複数の固体電解質 1 により区画された排出ガス浄化室 1 6 の大気側 A の部分に、空気の吸入口 2 7 及びその排出口 2 8 が設けられている。

30

【 0 0 4 0 】

さらにこの排出ガス浄化装置 8 においても図 8 に示すように、帯電装置 1 8 によりディーゼル微粒子を帯電させ、固体電解質 1 の堆積面 1 2 にディーゼル微粒子を捕集させている。この場合前記排気導管 2 6 を帯電電極とし、固体電解質 1 の堆積面 1 2 側の電極 3 (図 3 参照) をグラウンドレベルとすることにより、排気導管 2 6 の外周面と固体電解質 1 の内側面との間に電解を形成し、この間を排出ガスが通過する際に、排出ガス中のディーゼル微粒子が帯電され、帯電されたディーゼル微粒子は効率よく固体電解質 1 の堆積面 1 2 に集塵される。そして、堆積面 1 2 に堆積したディーゼル微粒子が浄化される。

40

【 0 0 4 1 】

図 9 に示す排出ガス浄化装置 8 による浄化方法について説明すると、排気流路 7 から流れてきた排出ガスはまず排気導管 2 6 内を流れる。排気導管 2 6 を通過した排出ガス中のディーゼル微粒子はその慣性力により固体電解質 1 の奥壁 2 4 における堆積面 1 2 に捕捉される。排出ガスはさらに排出導管 2 6 と固体電解質 1 との間を流れ、これらの間において帯電装置 1 8 により帯電されたディーゼル微粒子は、同じく帯電装置 1 8 により形成された電界により、固体電解質 1 の側壁 2 3 における堆積面 1 2 に捕集される。つまり、この排出ガス浄化装置 8 は、排出ガスの慣性力による固体電解質 1 の奥壁 2 4 における慣性捕集作用と、帯電装置 1 8 による電気捕集作用とを有している。そして、粒子径の大きなディーゼル微粒子は慣性捕集が効果的であり、粒子径が小さいものに対しては電気捕集が

50

効果的となり、この2つの作用により様々な粒子径のディーゼル微粒子を効率よく捕集することができる。

【0042】

次に、本発明に係る浄化装置の実施形態について、図10により説明する。この浄化装置は図1～図4に示した浄化装置の変形例である。

図10は浄化装置を示すモデル図であり、この装置においてもディーゼルエンジンから排出された排出ガスを浄化することができるものであり、排出ガスに含まれるディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子M、及び、窒素酸化物を浄化することができる。

この浄化装置は、イオン導電性を有して一面側に酸素イオンを与え得る固体電解質1と、この固体電解質1の一面10側と他面11側にそれぞれ設けられた第1電極3と第2電極4とを有する浄化構造体30を備えている。

10

【0043】

固体電解質1はパネル状とされており、その一面10に第1電極3を積層させ、他面11に第2電極4を積層させて、浄化構造体30が構成されている。固体電解質1は例えば燃料電池に用いられているものが適用でき、固体電解質1の両端側に電位差が生じることによってイオンを移動させることができる。なお、この固体電解質1は、結果として第1電極3側へ酸素イオンを与えることができるものであれば、固体電解質1中を移動するイオンは酸素イオンに限らない。

【0044】

そして、この浄化構造体30は、浄化を行う排出ガスのうちディーゼル微粒子(固形炭素質微粒子M)を除き窒素酸化物を含むガスを透過させることができるように多孔質とされている。つまり、浄化構造体30のうちの固体電解質1が多孔質とされており、かつ、第1電極3と第2の電極4が多孔質電極とされている。浄化構造体30を多孔質とすることにより、ディーゼル微粒子を含む排出ガスを第1電極3側から第2電極4側へ通す(矢印F)ことによって、ディーゼル微粒子を第1電極3側に捕集する(フィルタリングする)ことができる。

20

【0045】

そして、図1に示した浄化装置と同様に、電位差が生じている固体電解質1によって第1電極3側へ与えられた酸素イオンにより、捕集されたディーゼル微粒子の固形炭素質微粒子Mを酸化させることができる。

30

また、浄化構造体30を透過した排出ガスには窒素酸化物が含まれており、この窒素酸化物は後述するが第2電極4側において還元されることとなる。つまり、この浄化構造体30において、第1電極3側が、固形炭素質微粒子Mを酸化させる酸化部とされており、固体電解質1を挟んで反対側(裏面側)である第2電極4側が、窒素酸化物を還元する還元部とされている。つまりこの浄化装置は、浄化構造体30の一面側において固形炭素質微粒子Mの浄化が可能であり、同時に他面側において窒素酸化物の浄化が可能となる。

【0046】

浄化構造体30には、このような浄化処理を行わせるために設けられている制御手段31が接続されており、制御手段31は、図1の浄化装置に示したものと同様である印加手段2を有している。さらに説明すると、この制御手段31は、第1電極3側がアノード側となるよう電圧を印加させることができる前記印加手段2と、これと並列となるように抵抗器が設けられて全体として閉回路を構成することができるバイパス回路部34を備えている。さらに、制御手段31は、印加手段2により両電極3,4間に電圧を印加させている状態と、両電極3,4間において印加を止めて前記閉回路を構成している状態とに切り換え可能とする切換制御部35とを備えている。

40

つまり、ディーゼルエンジンの運転条件によって排出ガスの温度が異なるが、排出ガス温度が低い場合、印加手段2により第1電極3側がアノード側となるよう両電極3,4間に電圧を印加させることで、固体電解質1中においてイオンの移動が可能となり、前記同時浄化が可能である。

しかし、エンジンの負荷などが大きくなって排出ガス温度が高くなる場合、浄化構造体

50

30の第1電極3側において固形炭素質微粒子Mの酸化が行われやすくなり、固体電解質1を燃料電池として動作させることができる。これにより、外部から（印加手段2により）電気エネルギーを供給することなく、固体電解質1内においてイオンの移動が可能となって前記同時浄化が行われる。つまり、排出ガス温度が高くなって固体電解質1内のイオン導電率が高い場合、前記切換制御部35が両電極3,4間をバイパス回路部34でつないだ状態として、固体電解質1を含み外部電圧を作用させていない閉回路を構成させることで、固体電解質1内においてイオンの移動を可能としている。

【0047】

そして制御手段31は、排出ガスの温度を測定する温度センサ（図示せず）と接続されており、温度センサの出力に応じて切換制御部35が切り換え動作するよう構成されている。つまり、排出ガスの温度が低い場合に両電極3,4間に電圧を印加させている状態とし、温度が高い場合に閉回路を構成している状態となるように自動的に切り換えている。これにより電力消費を抑えエネルギー効率を高めることができる。また、これら状態の切り換えは、温度センサによって排出ガスの温度を検出する手段によるもの以外であってもよく、固体電解質1が前記同時浄化を行わせることができる程度にイオン導電機能を有する燃料電池として作動できるか否かの検出によって行えばよい。

【0048】

そして、この浄化装置により行われる排出ガスの浄化方法は、多孔質からなる固体電解質1の一面10側から他面11側へディーゼル微粒子を含む排出ガスを通すことにより、ディーゼル微粒子をその一面10側に捕集させる。そして、固体電解質1の両面間に所定の電位差が生じることによって、一面10側に酸素イオンを与えるように固体電解質1の他面11側から一面10側へイオンを移動させ、一面10側において捕集したディーゼル微粒子を、酸素イオンにより酸化させることにより行われる。図10においては、固体電解質1の他面11側に存在する酸素あるいは窒素酸化物中の酸素原子を、酸素イオンとして固体電解質1内で移動させ、その酸素イオンを一面10側である第1電極3側に供給している。これにより、捕集されたディーゼル微粒子中の固形炭素質微粒子Mに含まれる炭素が二酸化炭素に連続的に酸化（ $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ）され、固形炭素質微粒子Mが浄化（分解）される。そして、得られた二酸化炭素は、上流側から流れてくる排出ガスと共に浄化構造体30を透過して、下流側である第2電極4側へ流れ、浄化構造体30よりもさらに下流側へと排出される。

【0049】

さらに、浄化構造体30を透過した排出ガスに含まれている窒素酸化物は、第2電極4側（還元部）において浄化処理される。

図11は、第2電極4側において窒素酸化物が浄化されるメカニズムを説明する図であり、浄化構造体30の第2電極4側（カソード側）にセリア又はセリア酸化物が担持されている。

この還元部において行われる浄化方法は次のとおりである。セリア（セリア酸化物）は希薄運転状態では CeO_2 が安定した状態となる（ $Ce_2O_3 + 1/2O_2 \rightarrow 2CeO_2$ ；セリアによる酸素吸蔵効果）。しかし、印加手段2によって電圧を印加させることにより、第2電極4側では酸素を放出し希薄運転状態で Ce_2O_3 を安定状態で保つことができる（ $2CeO_2 + 2e^- \rightarrow Ce_2O_3 + O^{2-}$ ）。この際に酸素イオンが発生しており、この酸素イオンを固体電解質1によって第1電極3側へ移動させ、この酸素イオンは固形炭素質微粒子Mの酸化に用いられる。そして、セリアがこの状態で窒素酸化物（NO）を還元することができる（ $Ce_2O_3 + NO \rightarrow 2CeO_2 + 1/2N_2$ ）。

【0050】

図12は、第2電極4側において窒素酸化物が浄化される別のメカニズムを説明する図であり、浄化構造体30の第2電極4（カソード側）に、窒素酸化物を吸着させる吸着材5が担持されている。吸着材5は図3の浄化装置におけるものと同様でありアルカリ金属とされ、例えばカリウムやバリウムなどがある。さらに、第2電極4には、図3と同様に酸化触媒6が担持されている。酸化触媒6としては白金があり、また、多孔質からなる第

10

20

30

40

50

2電極4自身を酸化触媒6とすることができる。

そして、吸着材5としての酸化バリウムは第2電極4側にある二酸化炭素との反応により安定した状態(炭酸バリウム)とされている($BaO + CO_2 \rightarrow BaCO_3$)。

【0051】

この還元部において行われる浄化方法は次のとおりである。浄化構造体30を透過した排出ガスには一酸化窒素と酸素が含まれており、第2電極4側において、一酸化窒素は酸化触媒6により酸化($NO + O_2 \rightarrow NO_2 + O^{2-}$)されて二酸化窒素となる。この際に酸素イオンが発生しており、この酸素イオンを固体電解質1によって第1電極3側へ移動させ、この酸素イオンは固形炭素質微粒子Mの酸化に用いられる。

そして、この二酸化窒素及び排出ガス中に含まれていた二酸化窒素を吸着材5に吸着させ($BaCO_3 + 2NO_2 + O \rightarrow Ba(NO_3)_2 + CO_2$)、印加手段2によって電圧を印加させることにより、二酸化窒素の還元が行われる($Ba(NO_3)_2 + 2e^- \rightarrow BaO + N_2 + 2O_2 + O^{2-}$)。

なお、図11と図12の形態において、第2電極4側で生じた酸素イオンを固体電解質1によって第1電極3側へ強制的に移動させることができるため、還元して得た窒素が窒素酸化物へ再合成されるのを抑制することができる。

この浄化方法は、一酸化炭素などの還元物質を用いる方法ではなく、電気化学的に還元する方法である。

【0052】

また、それぞれの実施形態において、印加手段2による電圧の印加を常時一定電圧として作用させてもよいが、制御手段31の働きによって、電圧の印加状態を周期的に変化又は変動させてもよい。例えば、電圧を印加させている状態と印加させていない状態とを周期的に変化させることができる。つまり、浄化構造体30の第1電極側3にある程度の量の固形炭素質微粒子Mが堆積してから、所定時間だけ電圧を印加させて前記浄化処理を間欠的に行わせるようにしてもよい。

【0053】

以上のような本発明の浄化装置によれば、排出ガスの圧力により排出ガスを強制的に第1電極3側から流入させ第2電極4側へ排出させる。浄化構造体30は多孔質とされているために排出ガス中のディーゼル微粒子などの粒子状物質(固形炭素質微粒子M)は第1電極3側に捕集される。つまり、浄化構造体30のフィルタリング効果によって排出ガス中の微粒子は第1電極3側に自動的に捕集される。これにより、電気集塵機を用いて電極表面にディーゼル微粒子を集塵させる必要がなくなり、装置の低コスト化、小型化が図れる。そして、第1電極3側において微粒子が捕集除去された排出ガスは、浄化構造体30を透過し第2電極4側へ流出するが、例えば図12に示したようにアルカリ土類金属による窒素酸化物の吸蔵および、第2電極4での反応による窒素酸化物還元作用によって、排出ガスに含まれている窒素酸化物は吸蔵されて分解される。

この際に生じた酸素イオン(活性酸素)は、電圧が印加された固体電解質1を介して第1電極3側へ強制的に排除される。これにより、第2電極4側において NO_x の再合成が抑制されると共に、第1電極3側に捕集された微粒子の酸化を促進させ、窒素酸化物と固形炭素質微粒子Mの同時浄化が可能となる。

【0054】

なお、従来浄化装置として知られているDPNRは、セラミックフィルターに NO_x 吸蔵還元触媒を担持させたものであるが、通常 NO_x の排出量に対して固形炭素質微粒子Mの排出量が多くなる。そのため、還元剤を排出ガス中に添加させる必要があり、その添加装置を排気系に設けるなどの構成が別途必要となる。しかし、本発明の浄化装置によれば、固形炭素質微粒子Mと NO_x の浄化は、浄化構造体30の一面と他面のそれぞれにおいて独立して行わせるため、排出ガス中の固形炭素質微粒子Mと NO_x のバランスに依存せず、両者独立して処理することが可能であり、還元剤の添加は不要となる。従って、本発明の浄化装置は構成を簡素化かつコンパクトにできるため、既存の自動車への後付けも可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

さらに、排出ガス中には硫黄が含まれているが、この硫黄は窒素酸化物の還元処理において悪影響を及ぼすおそれがある。しかし、ディーゼル微粒子中にこの硫黄が含まれている場合、本発明の浄化装置は、硫黄を含んだディーゼル微粒子を浄化構造体 30 の第 1 電極 3 側に捕集し、その裏面側である第 2 電極 4 側において窒素酸化物の還元が行われるため、窒素酸化物の還元電極上には硫黄を含んだ微粒子が堆積することがなく、そのため硫黄による影響を抑えることができる。

【 0 0 5 6 】

以上図 1 ~ 図 4 に示した浄化装置に用いられている固体電解質 1、及び、図 10 に示した浄化装置に用いられている多孔質からなる浄化構造体 30 についてさらに説明すると、使用される固体電解質 1 としては、従来知られているイットリウム安定化ジルコニア、セリア系固体電解質、又は熔融炭酸塩型のもの等があり、ジルコニアの場合 350 以上の高い排気温度においては十分な酸素イオンの供給が可能となる。そして、排気温度が高温（例えば 350 ）の場合だけではなく、低い場合（例えば 250 ~ 300 ）や、250 以下においても効果的に酸素イオンの供給によるディーゼル微粒子の酸化（燃焼）を行わせるために、固体電解質 1 の形状、厚さを変更することでイオン伝導度を向上させることができる。

なお、以上において説明した酸素イオン導電性を有する固体電解質 1 は、一般に高温で酸素イオン伝導度が高くなり酸素イオンの移動が容易となるが、逆に低温では困難となる。仮に低温の固体電解質 1 に強制的に高い印加電圧をかけると、固体電解質 1 中を構成する酸素が強制的に移動するため電解質 1 の劣化が生じてしまう。

そこで、固体電解質 1 を加熱して固体電解質 1 の温度を 330 ~ 370 程度に保つよう構成したり、又は排出ガス側 G のガス温度を 330 ~ 370 程度に保つよう構成してもよい。そして、本発明において印加手段 2 による印加電圧を 1 ボルト ~ 10 ボルトと低くすることにより固体電解質 1 が劣化するのを防ぎ、かつ効率良く十分な速度で酸素イオンの供給を行う。

【 0 0 5 7 】

次に、図 10 で示した浄化構造体 30 の具体的な仕様について説明すると、浄化構造体 30 は全体として、ディーゼル微粒子（固形炭素質微粒子 M）を通さないでその一面側に捕集させる（フィルタリングする）ことができ、かつ、これを除く排出ガスを一面側から他面側へ透過させることができるように連続状の無数の孔からなる網目状組織の多孔質とされている。

ディーゼル微粒子の分解極となる第 1 電極 3 は、その厚さが 1 μm 以上で 5 mm 以下とするのがよく、好ましくは 5 μm 以上で 50 μm である。この厚さが薄すぎるとディーゼル微粒子の捕集率が低下するおそれがあり、また、厚すぎると圧力損失が大きくなるおそれがある。多孔質とされている第 1 電極 3 における孔（空洞）の平均孔径は 0.5 μm 以上で 100 μm 以下とするのがよく、好ましくは 1 μm 以上で 10 μm であり、気孔率は 10 % 以上で 80 % 以下とするのがよく、好ましくは 40 % 以上で 60 % 以下である。これらの値が小さすぎると圧力損失が大きくなるおそれがあり、大きすぎるとディーゼル微粒子の捕集率が低下するおそれがある。

固体電解質 1 は、その厚さが 1 μm 以上で 5 mm 以下とするのがよく、好ましくは 10 μm 以上で 500 μm である。この厚さが厚すぎると圧力損失が大きくなるおそれがある。多孔質とされている固体電解質 1 における孔（空洞）の平均孔径は 0.5 μm 以上で 100 μm 以下とするのがよく、好ましくは 1 μm 以上で 30 μm であり、気孔率は 10 % 以上で 80 % 以下とするのがよく、好ましくは 40 % 以上で 60 % 以下である。これらの値が小さすぎると圧力損失が大きくなるおそれがあり、大きすぎると単位面積あたりのイオン導電率が小さくなるおそれがある。

窒素酸化物の分解極となる第 2 電極 4 は、その厚さが 1 μm 以上で 5 mm 以下とするのがよく、好ましくは 5 μm 以上で 50 μm である。この厚さが厚すぎると圧力損失が大きくなるおそれがある。多孔質とされている第 2 電極 4 における孔（空洞）の平均孔径は 0

10

20

30

40

50

、5 μm以上で100 μm以下とするのがよく、好ましくは1 μm以上で30 μmであり、気孔率は10%以上で80%以下とするのがよく、好ましくは40%以上で60%以下である。これらの値が小さすぎると圧力損失が大きくなるおそれがある。

また、第1電極3における平均孔径と気孔率の双方又は一方は、固体電解質1及び第2電極4よりも小さくなるようにしてもよい。つまり、第1電極3におけるディーゼル微粒子の捕集率を維持しつつ、固体電解質1と第2電極2において流れる排出ガスの圧力損失を小さくしている。

【0058】

浄化構造体30において、第1電極3側でディーゼル微粒子が捕集された排出ガスを効率よく透過させるために、当該浄化構造体30における圧力損失を小さくするのが好ましい。これは、圧力損失が大きいとエンジン出力の低下や燃費の悪化の原因となるからである。そして、本発明における浄化構造体30における圧力損失の適正值は、前記厚さ、平均孔径及び気孔率に依存する他、ディーゼル微粒子の堆積状態及び排出ガスの流量によって異なるが、ディーゼル微粒子が堆積していない状態（新品の状態）で20 kPa以下であるのが好ましい。また、圧力損失を小さくするために前記気孔率等を大きくしすぎて第1電極3側でのディーゼル微粒子の捕集率を低下させることのない程度の多孔質とする必要があり、第1電極3側におけるディーゼル微粒子の捕集率は90%以上とすることができる多孔質とするのが好ましい。

10

【0059】

この多孔質からなる浄化構造体30の製法について説明すると、固体電解質1及び電極を多孔質とする方法は従来知られている方法が適用でき、例えば、焼成の際に含有させておいた微小溶融材料（ペレット）を飛散させる方法や、発泡剤を用いる方法などがある。これにより得られる多孔質は、ディーゼル微粒子を除く排出ガスに対して透過性を有するように一面側から他面側へ連続している無数の孔（空洞）によって形成されている。

20

【0060】

図13は、ディーゼル機関からの排出ガスの浄化を行う浄化システムを示す模式図であり、図5に示した浄化システムと同様に、この浄化システムは、ディーゼル機関（ディーゼルエンジン）15の排気口と接続されて排出ガスを排出させる排気流路7と、この排気流路7の一部に設けられる排出ガス浄化装置8とを備えている。排気流路7は排気管により構成されており、この排気管の途中に排出ガス浄化装置8が有する筒状の排出ガス浄化室16が設けられている。この排出ガス浄化室16の内部に前記浄化構造体30が設けられている。

30

【0061】

この排出ガス浄化装置8は図10に示した浄化装置とされており、この装置8が備えている浄化構造体30は、イオン導電性を有して一面10側に酸素イオンを与え得る固体電解質1と、この固体電解質1の一面10側と他面11側にそれぞれ設けられた第1電極3と第2電極4とを有している。浄化構造体30は、排気流路7からの排出ガスを第1電極3側から第2電極4側へ通すことによって排出ガス中のディーゼル微粒子を当該第1電極3側に捕集することができる多孔質とされている。浄化構造体30には、前記制御手段31が接続されている。

40

そして、前記説明したように、第1電極3側において捕集されたディーゼル微粒子を酸化させ、かつ、第2電極4側において浄化構造体30を透過した排出ガスに含まれる窒素酸化物を還元する。

【0062】

浄化構造体30は、図14に示しているように、有底筒状に形成されている複数本の筒状部32と、この筒状部32の開口部を相互連結している板状部33とを有する構成とされている。板状部33は、排気流路7を流れてきた排出ガスに対して対面状となるように排出ガス浄化室16の内周面に壁状として取り付けられており、筒状部32は、パイプ状の排出ガス浄化室16の軸方向（排出ガスの流れ方向）が軸方向とされている。そして、筒状部32の内面（内周面と底面）と、この内面と連続している板状部33の表面とが第

50

1 電極 3 側とされており、その反対側の面である筒状部 3 2 の外面（外周面と端面）とこの外面と連続している板状部 3 3 の裏面とが第 2 電極 4 側とされている。これにより、排出ガス浄化室 1 6 に流入した排出ガスは、板状部 3 3 の表面及び筒状部 3 2 の内面からその反対側の面へ透過し、第 1 電極 3 側においてディーゼル微粒子が捕集されて固形炭素質微粒子 M の酸化が行われ、第 2 電極 4 側において窒素酸化物の還元が行われ、処理された排出ガスは、排出ガス浄化室 1 6 の下流側へ排出される。

【 0 0 6 3 】

また、以上の浄化装置によれば、排出ガス中のディーゼル微粒子にはヒドロカーボン（HC）も含まれており、このヒドロカーボンは固体電解質 1 による酸素の供給により水と二酸化炭素に酸化（ $C_m H_n + (m + n / 4) O_2 \rightarrow m C O_2 + n / 2 H_2 O$ ）させることができる。

10

さらに、本発明における浄化装置、浄化方法及び浄化システムは、ディーゼル機関から排出される排出ガスの浄化に留まらず化学合成や燃焼システム等広範囲にわたって適用することができる。また、本発明は図示する形態に限らずこの発明の範囲内において他の形態のものであっても良く、固体電解質 1 をパネル形状とする以外にも設置する部位に応じて円筒形状や波型等とすることができる。

【 0 0 6 4 】

そして、図 1 ~ 図 4 及び図 1 0 に示す浄化装置はこれ単独により機能させることはもちろん、従来知られている窒素酸化物の浄化装置や、微粒子浄化装置に追加的に付与することもできる。つまり、本発明の浄化システムは構造が簡単で装置をコンパクトにすることができ、従来装置ではディーゼル微粒子の酸化が不十分である場合に補助酸化システムとして付加することができる。

20

さらに、図 1 ~ 図 4 に示した前記浄化装置において、コロナ放電等による電気集塵機となる前記帯電装置を設け、排出ガス中に含まれるディーゼル微粒子を固体電解質 1 の堆積面 1 2 に効率よく堆積させるようにしてもよい。

【 0 0 6 5 】

以上の浄化装置、浄化方法、及び、排出ガス浄化システムは、ディーゼルエンジンから排出された排出ガスを浄化するものとして説明したが、排出ガスはディーゼルエンジンから排出されたものに限らず、ガソリン機関（直噴式ガソリン機関）、ボイラーや工業炉から排出されたものについても、本発明を適用することができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 6 】

【 図 1 】 浄化装置を示すモデル図である。

【 図 2 】 浄化装置の他の実施の形態を示すモデル図である。

【 図 3 】 浄化装置の別の実施の形態を示すモデル図である。

【 図 4 】 印加手段が有する印加電圧の極性を反転させる切り換え手段の作用を説明するモデル図である。

【 図 5 】 本発明の実施の一形態に係る排出ガス浄化システムの概略を示す模式図である。

【 図 6 】 排出ガス浄化装置の要部構成図である。

【 図 7 】 排出ガス浄化装置の変形例を示す要部構成図である。

40

【 図 8 】 本発明の他の実施の形態に係る排出ガス浄化システムの概略を示す模式図である。

【 図 9 】 図 8 の浄化システムが有する排出ガス浄化装置を示す要部構成図である。

【 図 1 0 】 浄化装置のモデル図である。

【 図 1 1 】 窒素酸化物の還元のメカニズムを説明する説明図である。

【 図 1 2 】 窒素酸化物の還元の他のメカニズムを説明する説明図である。

【 図 1 3 】 排出ガス浄化システムの他の実施形態の概略を示す模式図である。

【 図 1 4 】 図 1 3 の浄化システムが有する排出ガス浄化装置を示す要部構成図である。

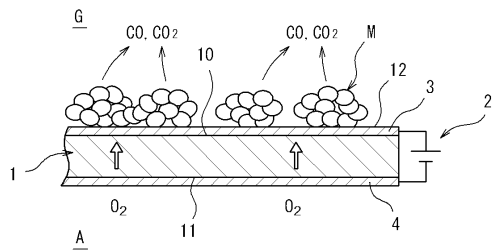
【 符号の説明 】

【 0 0 6 7 】

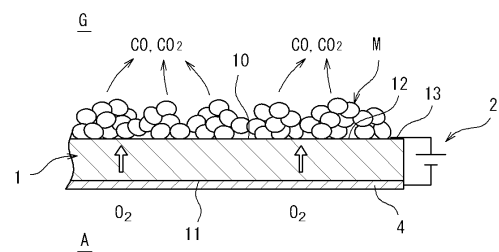
50

- 1 固体電解質
- 2 印加手段
- 3 第1電極
- 4 第2電極
- 5 吸着材
- 6 酸化触媒
- 7 排気流路
- 8 排出ガス浄化装置
- 10 一面
- 11 他面
- 30 浄化構造体
- 31 制御手段
- A 大気側
- G 排出ガス側
- M 固形炭素質微粒子

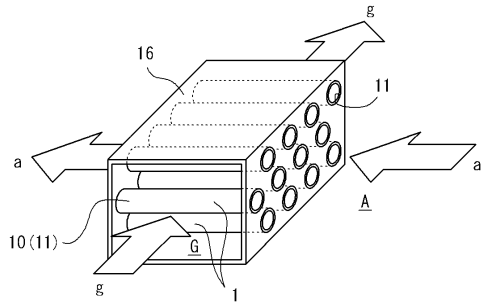
【図1】



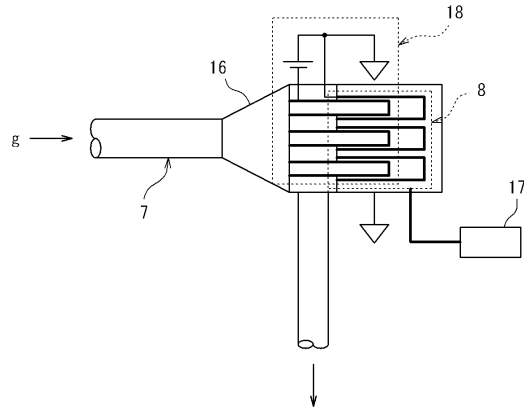
【図2】



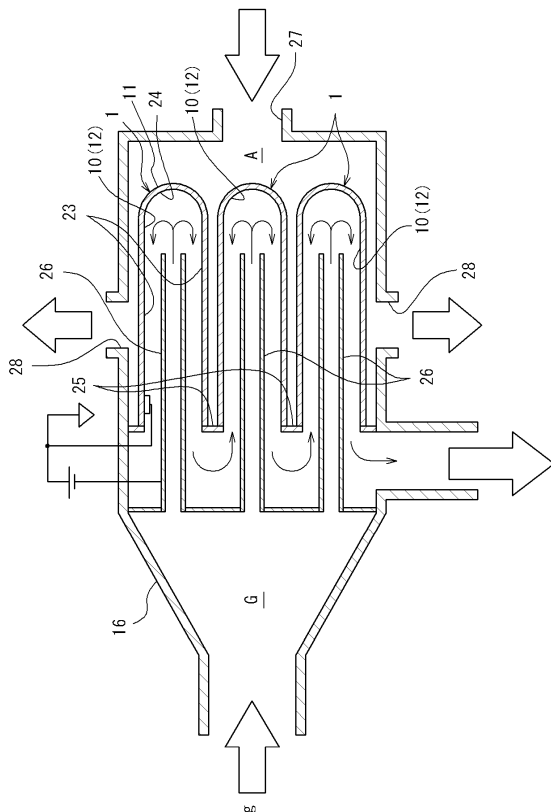
【図 7】



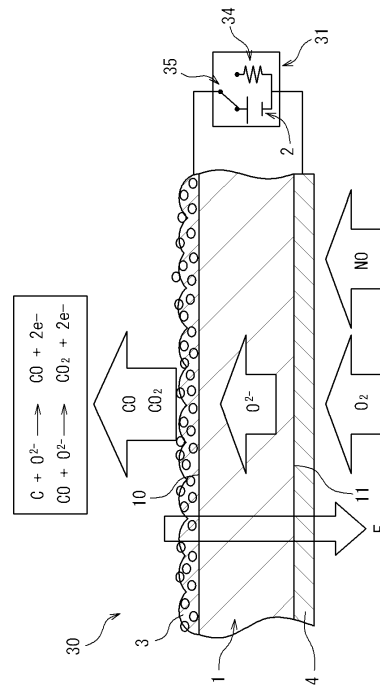
【図 8】



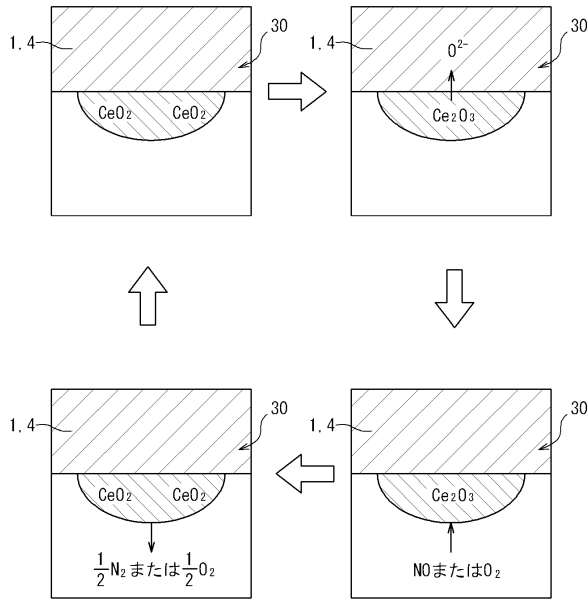
【図 9】



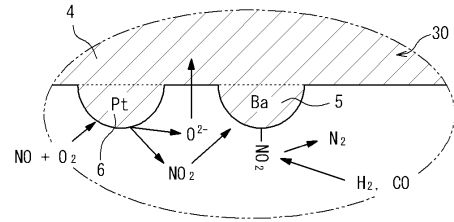
【図 10】



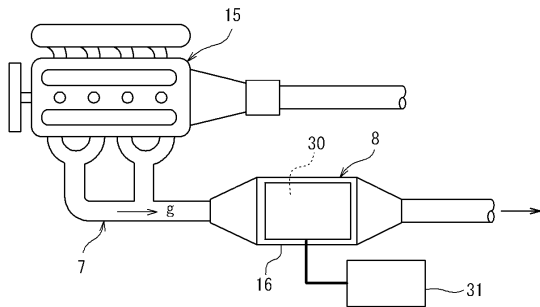
【図11】



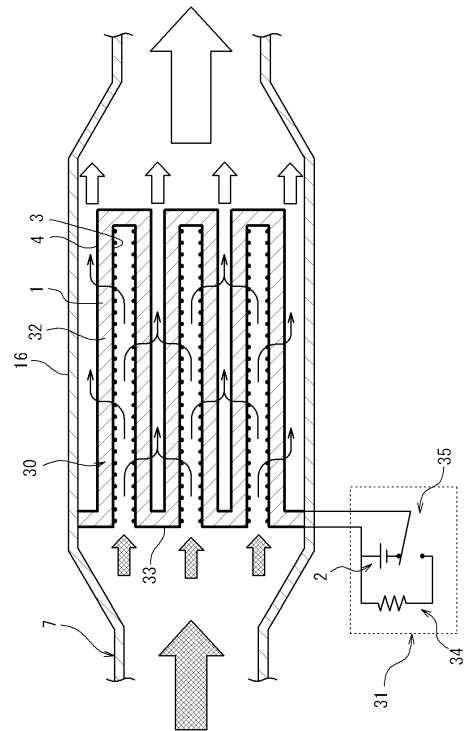
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 0 1 D 53/74	(2006.01)	B 0 1 D 53/36	1 0 3 C	
B 0 1 J 20/06	(2006.01)	B 0 1 D 53/34	1 2 9 C	
		B 0 1 J 20/06	A	

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特表2000-514344(JP,A)
実開昭49-142648(JP,U)
特開2001-145820(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N	3 / 0 2		
F 0 1 N	3 / 0 8		
B 0 1 D	5 3 / 2 2		
B 0 1 D	5 3 / 5 6	-	5 3 / 9 4
B 0 1 J	2 0 / 0 6		