

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5142624号
(P5142624)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int. Cl.	F I
FO1N 3/023 (2006.01)	FO1N 3/02 321K
FO1N 3/02 (2006.01)	FO1N 3/02 301J
FO1N 3/031 (2006.01)	FO1N 3/02 321J
FO1N 3/027 (2006.01)	FO1N 3/02 341A
BO1D 46/42 (2006.01)	FO1N 3/02 341M
請求項の数 1 (全 24 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2007-209679 (P2007-209679)	(73) 特許権者	000000158 イビデン株式会社 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
(22) 出願日	平成19年8月10日(2007.8.10)	(73) 特許権者	507271802 アタナシオス ジー コンスタンドパウロス ギリシャ国 54352 テッサロニキ ツェレピ・ストリート 45
(65) 公開番号	特開2008-101602 (P2008-101602A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成20年5月1日(2008.5.1)	(72) 発明者	アタナシオス ジー コンスタンドパウロス ギリシャ国 54352 テッサロニキ ツェレピ・ストリート 45
審査請求日	平成22年7月29日(2010.7.29)		
(31) 優先権主張番号	06386030.8		
(32) 優先日	平成18年10月17日(2006.10.17)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 排ガス浄化装置、排ガス浄化方法、および微粒子測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ディーゼルエンジンの排気ラインに設置された主微粒子捕捉フィルタと、
前記主微粒子捕捉フィルタから上流側において前記排気ラインから分岐された副排気ラインと、

前記副排気ラインに設置された、前記主微粒子捕捉フィルタのスイートストレージ容量よりもスイートストレージ容量の小さい副微粒子捕捉フィルタと、

前記副微粒子捕捉フィルタの入口と出口の間に生じる差圧を測定する差圧測定部と、を備えた排ガス浄化装置であって、

前記副排気ラインには、さらに流量計または同等なメータが設置されていて、

前記副排気ラインには、さらに温度測定部が設置されていて、

前記副微粒子捕捉フィルタには、ヒータが設置されていて、

前記排ガスの流量を所定値に維持するバルブが設置されていて、

前記副排気ラインには前記流量計及び前記バルブが組み合わされて、前記バルブは、前記副排気ラインにおける排ガス流量を、前記流量計による測定に基づいて一定に維持するのに使われる、

排ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃エンジンの排ガス浄化装置、排ガス浄化方法、および微粒子測定方法に係り、特に微粒子捕捉フィルタ(DPF)を備え、ディーゼルエンジンの排ガス中に含まれる微粒子(PM)を除去する排ガス浄化装置および方法、ディーゼルエンジンの排ガス中に含まれる微粒子(PM)の測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ディーゼルエンジンより排出されるC(炭素)を主とする微粒子(PM: particulate matter)を捕捉するのに、多孔質セラミックより構成される微粒子捕捉フィルタ(DPF: diesel particulate filter)が使われている。このような微粒子捕捉フィルタでは、継続的な使用に伴って捕捉した微粒子が徐々に堆積し、このため、微粒子捕捉フィルタを使った排ガス浄化装置においては、堆積した微粒子を微粒子捕捉フィルタ中において定期的に燃焼させて除去し、微粒子捕捉フィルタを再生することが行われている。微粒子捕捉フィルタ中における微粒子の堆積を放置すると、排ガスにより生じる圧力が過大になり、燃費の悪化やエンジンの損傷を招くことがある。

10

【0003】

このような微粒子捕捉フィルタの再生は、フィルタを交換したり取り外ししたりすることなく、ディーゼルエンジンの運転中に行うのが望ましく、このため、爆発燃焼後、シリンダ中をピストンが下降している状態でさらに燃料噴射を行う(ポストインジェクション)ことが行われている。これにより、堆積している微粒子が、発生した高温のガスにより燃焼される。

20

【特許文献1】米国特許第6952920号

【特許文献2】米国特許第5651248号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

図1は、本発明の関連技術による、従来の微粒子捕捉フィルタを備えたディーゼルエンジンの排ガス浄化システムの全体構成を示す。

【0005】

図1を参照するに、ディーゼルエンジン11の排気ライン12には微粒子捕捉フィルタ12Bが設けられ、前記ディーゼルエンジン11から排出される排ガス中の微粒子を捕捉している。

30

【0006】

図2Aは、前記微粒子捕捉フィルタ12Bの概略を、図2Bは、前記微粒子捕捉フィルタの構成部品を示す。

【0007】

前記微粒子捕捉フィルタ12Bは、典型的にはSiCなどの多孔質セラミックよりなるフィルタユニット12Aより構成され、前記フィルタユニット12A中には、一端から他端へと延在する、例えば1mm×1mmの断面を有する多数のガス通路12aが形成されている。

【0008】

その際、前記微粒子捕捉フィルタ12Bは、複数のフィルタユニット(フィルタ構成部品)12Aをシール剤(接着層)で結束し、外周部を切削加工して全体として円柱形状に形成されている。さらに、フィルタ12Bの外周部が、シール剤(コーティング層)により覆われている。前記微粒子捕捉フィルタ12Bは、一つのユニットで形成されている場合もある。

40

【0009】

図2Cは、微粒子捕捉フィルタ12Bの原理を示す。

【0010】

図2Cに概略的に示すように、前記複数のガス通路12aは、エンジンから流入する排ガス流に対して上流側または下流側の端部が交互に閉じられており、一のガス通路12a

50

中に導入された排ガスは、前記多孔質部材 1 2 b 中を、隣接するガス通路へと透過する。そこで、このように排ガスが多孔質部材 1 2 b 中を透過する際に、前記排ガス中に含まれる微粒子が前記多孔質部材 1 2 b により捕捉され、図 2 D に示すように前記微粒子 1 2 c の堆積が、前記多孔質部材 1 2 b 上に層状に生じる。

【 0 0 1 1 】

このように、微粒子捕捉フィルタ 1 2 B は内部に排ガス中の微粒子を堆積するため、先にも述べたように適当な時点で再生プロセス（堆積した微粒子の燃焼）を行い、フィルタを再生する必要がある。

【 0 0 1 2 】

図 1 で説明した従来の排ガス浄化システムでは、かかるフィルタの再生は、車両が所定の走行距離、例えば 5 0 0 k m を走行するごとに、例えば 1 0 分間程度行われている。

しかし、このようにポストインジェクションによるフィルタ再生を一律に行った場合には、再生はフィルタ中における微粒子の実際の捕捉量に無関係に実行されることになる。このような場合、フィルタ中への微粒子の過剰な堆積が生じないように、フィルタ再生の間隔を、安全のため、実際に必要な場合よりも短めに設定しておかなければならない。しかし、このようにポストインジェクションによるフィルタ再生を過度に行うと、燃料消費が増大し、車両の燃費が悪化してしまう。

【 0 0 1 3 】

これに対し、図 3 に示すように、前記微粒子捕捉フィルタ 1 2 B の上流側および下流側の差圧 P を測定し、前記差圧 P が所定値に達すると前記微粒子捕捉フィルタ 1 2 B の再生をポストインジェクションにより実行する構成が公知である。特許文献 1 を参照。

【 0 0 1 4 】

従来の図 3 の構成によれば、前記微粒子捕捉フィルタ 1 2 B の再生が、その上流側と下流側の差圧が所定値に達した場合にのみ実行されるため、余計なポストインジェクション工程が行われることがない。このため、ディーゼルエンジンを搭載した車両の燃費を向上させることが可能となる。

【 0 0 1 5 】

ところが、前記微粒子捕捉フィルタ 1 2 B 中における微粒子の捕捉は、一様には生じない。図 4 に示すように、フィルタ 1 2 B 中の位置 (A , 1) , (B , 1) , (C , 1) , (A , 2) , (B , 2) , (C , 2) , (A , 3) , (B , 3) , (C , 3) によって、捕捉された微粒子の密度や厚さが異なることがわかる。さらに、堆積した微粒子の層中に、局所的な排ガスの通路となる空洞が生じていることがわかる。このような空洞が存在することは、捕捉された微粒子の燃焼が制御されていないことを示しており、またさらに、捕捉された微粒子の局所的な燃焼が生じたことを示している。

【 0 0 1 6 】

また図 5 に示すように、微粒子の堆積量が同一であっても、捕捉された微粒子の密度が異なることもある。図 5 は、堆積量が同一であっても、厚さにより、差圧が大きく変化することを示している。図 5 の例では、微粒子の堆積量は、全て 8 g / L である。それにもかかわらず、図 5 より、捕捉された微粒子の厚さが 1 0 9 μ m から 2 5 5 μ m に変化した場合、差圧は 1 5 . 3 k P a から 8 . 8 k P a に変化することがわかる。この場合には、約 2 倍に達する差圧の変化が生じている。

【 0 0 1 7 】

従来の図 3 の構成において、捕捉された微粒子 1 2 c 中にこのような不均一や局所的な空洞が生じると、実際に堆積した微粒子の見積もり量と差圧 P には、理論的な計算値に対して、 $\pm 5 0$ % にも達する誤差を生じることがある。その結果、実際に堆積した微粒子の量と再生動作を行うタイミングの関係が大きすぎてしまうことになる。さらに、排ガス圧および排ガス流量はエンジンの負荷や回転数により変化することを勘案すると、従来の図 3 の構成において、微粒子捕捉フィルタ 1 2 B 中における微粒子の堆積量を正確に検出するのは非常に困難であると言える。

【 0 0 1 8 】

10

20

30

40

50

また特許文献2には、微粒子捕捉フィルタの他に微粒子検出用フィルタを設け、微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の量を、電気抵抗測定により求める構成が記載されている。この技術では、微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子と微粒子検出用フィルタにより捕捉された微粒子は、検出された抵抗値が所定値以下になった場合、ヒータを使って燃焼される。これにより、フィルタの再生がなされる。

【0019】

前記特許文献2の構成では、微粒子捕捉フィルタにヒータを設ける必要があり、構成が複雑になるという問題があり、さらに微粒子捕捉フィルタの再生に電力が消費されるという問題がある。また前記特許文献2の技術では、フィルタ再生時の電力消費を節減するため、微粒子捕捉フィルタへの微粒子の堆積が限界にきており直ちに再生を行うのが不可欠である特定の場合を除いて、再生動作を微粒子検出用フィルタの温度が所定値より高い状態を選んで実行されている。その結果、微粒子捕捉フィルタの再生動作のタイミングが制約され、また再生動作の自由度が制約されることになる。

10

【0020】

また前記特許文献2の技術では、ヒータによる微粒子捕捉フィルタの再生作業中は、その微粒子捕捉フィルタを使うことができず、このため予備の微粒子捕捉フィルタを設けておき、前記再生作業中にはこの予備の微粒子捕捉フィルタに切り替えている。しかし、このような構成では、同等の微粒子捕捉フィルタを2つ設ける必要があり、さらに切り替えバルブが必要であり、排ガス浄化装置の構成が大がかりになるという問題がある。かかる排ガス浄化装置を小型の車両に搭載するのは困難である。

20

【0021】

また前記特許文献2の技術では、前記微粒子検出用フィルタを、微粒子捕捉フィルタと同時に、あるいは微粒子捕捉フィルタの再生に引き続いて再生しているが、検出用フィルタの再生タイミングが任意に選べないため、微粒子検出用フィルタの状態如何によっては、微粒子捕捉フィルタの再生タイミングに誤差が生じやすいという問題がある。

【0022】

仮に微粒子捕捉フィルタの再生と微粒子検出用フィルタの生成を独立に行うと、微粒子検出用フィルタの再生を行った時点で、微粒子検出用フィルタの通気抵抗が減少し、排ガスは専ら微粒子検出用フィルタを流れるようになる。その結果、微粒子捕捉フィルタの再生タイミング検出に誤差が生じる。このような理由から、前記特許文献2の技術では、微粒子検出用フィルタの再生と微粒子捕捉フィルタの再生を、先に述べたように、同期させて行っているのである。

30

【0023】

さらに特許文献2の技術は、(a)アッシュ検出、(b)劣化による大きな見積もり誤差、の問題点を有している。

【0024】

さらに、前記特許文献2の技術では、捕捉した微粒子の堆積量を見積もるのに電極の電気抵抗を測定するという、その原理そのものに起因する問題点がある。

【0025】

図5に示すように、堆積量が同じであっても、捕捉された微粒子の厚さは変化することがある。そこで、捕捉された微粒子の厚さが異なると、電気抵抗を正確に測定することが困難となり、堆積量の見積もり値に誤差が生じることになる。

40

【0026】

さらに、微粒子捕捉フィルタや微粒子検出用フィルタに、微粒子の燃焼後にアッシュ(Ash)の堆積が生じた場合には、もはや正確な電気抵抗の測定はできず、堆積量の見積もりに大きな誤差が生じてしまう。

【0027】

さらに、微粒子検出用フィルタの使用に伴い、時間経過や排ガス環境中での使用によるフィルタや電極に劣化が生じる。特に電極(導電性金属からなる端子)は、Cu, Cr, Ni等の金属が含浸されたものであるため、酸化、不純物付着、ひび割れ、腐食等の、物

50

理的劣化や酸化劣化、熱劣化が生じやすい。

【 0 0 2 8 】

フィルタや電極が劣化した場合には、もはや電気抵抗を正確に測定することができず、堆積量の算出結果に誤差が生じてしまう。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 9 】

一の側面によれば、本発明は上記の課題を、
ディーゼルエンジンの排気ラインに設置された主微粒子捕捉フィルタと、
前記主微粒子捕捉フィルタから上流側において前記排気ラインから分岐された副排気ラインと、

10

前記副排気ラインに設置された、前記主微粒子捕捉フィルタのストロージ容量よりもストロージ容量の小さい副微粒子捕捉フィルタと、

前記副微粒子捕捉フィルタの入口と出口の間に生じる差圧を測定する差圧測定部と、を備えた排ガス浄化装置により、解決する。

【 0 0 3 0 】

他の側面によれば本発明は、ディーゼルエンジンの排気ラインに設置された主微粒子捕捉フィルタと、前記主微粒子捕捉フィルタから上流側において前記排気ラインから分岐された副排気ラインと、前記副排気ラインに設置された、前記主微粒子捕捉フィルタのストロージ容量よりも小さいストロージ容量を有する副微粒子捕捉フィルタと、前記副微粒子捕捉フィルタの入口と出口の間に生じる差圧を測定する差圧測定部とを備えた排ガス浄化装置を使った排ガス浄化方法であって、

20

(A) 前記副微粒子捕捉フィルタの前後における差圧と、前記副排気ラインにおける排ガスの温度と、前記排気ラインにおける流量とを測定する手順と、

(B) 前記手順(A)において得られた、前記排ガスの差圧と温度と流量とから、前記副微粒子捕捉フィルタに単位時間に捕捉される微粒子の質量を求める手順と、

(C) 前記手順(B)において得られた、単位時間に前記副微粒子捕捉フィルタにより捕捉される微粒子の質量から、前記排ガス中の微粒子の濃度を求める手順と、

(D) 前記手順(C)において求められた前記排ガス中の前記微粒子の濃度と、さらにエンジンの運転状況もしくは前記主微粒子捕捉フィルタに流入するガス流量とから、前記主微粒子捕捉フィルタに流入する微粒子の質量を求める手順と、

30

(E) 前記手順(D)において求められた前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された前記微粒子の前記質量と、前記主微粒子捕捉フィルタの捕捉効率とから、前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の質量が、所定の閾値を超えたか否かを判断する手順と、

(F) 前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された前記微粒子の質量が前記所定閾値を超えている場合、前記主微粒子捕捉フィルタの再生を実行する手順と、よりなる排ガス浄化方法を提供する。

【 0 0 3 1 】

本発明は他の側面において、ディーゼルエンジンの排気ラインに設置された微粒子捕捉フィルタから上流側において前記排気ラインから分岐された副排気ラインに設置された、前記微粒子捕捉フィルタのストロージ容量よりも小さなストロージ容量を有する微粒子検出フィルタと、前記微粒子検出フィルタの入口と出口の間の差圧を測定する差圧測定部とを備えた微粒子センサを使った微粒子測定方法であって、

40

(A) 前記微粒子検出フィルタの前後における差圧と前記副排気ラインにおける排ガスの温度と前記副排気ラインにおける前記排ガス流量を測定する手順と、

(B) 前記手順(A)において得られた、前記排ガスの差圧と温度と流量とから、前記微粒子検出フィルタに単位時間に捕捉される微粒子の質量を求める手順と、

(C) 前記手順(B)において得られた、単位時間に前記微粒子検出フィルタにより捕捉される微粒子の質量から、前記排ガス中の微粒子の濃度を求める手順と、

(D) 前記手順(C)において求められた前記排ガス中の前記微粒子の濃度と、さらにエンジンの運転状況もしくは前記主微粒子捕捉フィルタに流入するガス流量とから、前記

50

主微粒子捕捉フィルタに流入する微粒子の質量を求める手順と、よりなる微粒子測定方法を提供する。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、主微粒子捕捉フィルタのストストレージ容量よりもストストレージ容量が小さく、従って不均一な微粒子堆積の生じにくい副微粒子捕捉フィルタを使い、かかる副微粒子捕捉フィルタに生じる差圧を測定することにより、主微粒子捕捉フィルタにおける微粒子の堆積量を、簡単かつ容易に測定することが可能となる。そのため、ポストインジェクションによる燃費の悪化を抑制することが可能となる。さらに本発明によれば、副微粒子捕捉フィルタの再生を主微粒子捕捉フィルタと独立に実行することが可能となり、主微粒子捕捉フィルタ中における微粒子の堆積量を、副微粒子捕捉フィルタを使って常に、正確に測定することが可能となる。さらに、アッシュ堆積やフィルタや電極の劣化を受けにくく、正確な測定を行うことが可能となる。

10

【0033】

さらに本発明によれば、副排気ライン中の排ガスが副微粒子捕捉フィルタの再生に伴い、副排気ラインの通気抵抗が、前記副微粒子捕捉フィルタの再生により減少することで、副排気ラインに集中する問題を、副排気ラインにバルブを設け、その流量を一定に制御することで回避することが可能である。すなわち、主微粒子捕捉フィルタにおける微粒子の捕捉は、副微粒子捕捉フィルタと同様になされ、その結果、副微粒子捕捉フィルタの差圧測定により求めた主微粒子捕捉フィルタへの微粒子堆積量の推定値が、実際に主微粒子捕捉フィルタにおける微粒子量からずれる問題が回避される。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

本発明の排ガス浄化装置の実施形態は、ディーゼルエンジンの排気ラインに設置された主微粒子捕捉フィルタと、前記主微粒子捕捉フィルタから上流側において前記排気ラインから分岐された副排気ラインと、前記副排気ラインに設置された、前記主微粒子捕捉フィルタのストストレージ容量よりもストストレージ容量の小さい副微粒子捕捉フィルタと、前記副微粒子捕捉フィルタの入口と出口の間に生じる差圧を測定する差圧測定部とを備えたことを特徴とする。

【0035】

上記排ガス浄化装置において、前記第2の排気ラインには、さらに流量計あるいは同等のメータ（例えばガス流速計）が設置されていることが好ましい。

30

【0036】

また、前記第2の排気ラインには、さらに温度測定部が設置されていることが好ましい。

【0037】

また、前記第2の微粒子フィルタには、ヒータが設置されていることが好ましい。

【0038】

また、前記排ガス浄化装置には、さらに前記第2の排気ライン中の排ガス流量を一定に維持するバルブが設置されていることが好ましい。

40

【0039】

本発明の排ガス浄化方法の実施形態は、ディーゼルエンジンの排気ラインに設置された主微粒子捕捉フィルタと、前記主微粒子捕捉フィルタから上流側において前記排気ラインから分岐された副排気ラインと、前記副排気ラインに設置された、前記主微粒子捕捉フィルタのストストレージ容量よりも小さいストストレージ容量を有する副微粒子捕捉フィルタと、前記副微粒子捕捉フィルタの入口と出口の間に生じる差圧を測定する差圧測定部とよりなる排ガス浄化装置を使った排ガス浄化方法であって、（A）前記副微粒子フィルタの前後の差圧と、前記副排気ライン中の排ガス温度と、前記排ガスの流量とを測定する手順と、（B）前記手順（A）で得られた前記差圧、温度および前記排ガス流量から、前記副微粒子フィルタに捕捉された微粒子の単位時間当たりの微粒子の質量を求める手順

50

と、(C)前記手順(B)で得られた、前記副微粒子捕捉フィルタに単位時間に捕捉された微粒子の質量から、前記排ガス中の微粒子の濃度を求める手順と、(D)前記手順(C)で得られた排ガス中の微粒子濃度およびエンジンの運転状態あるいは前記主微粒子フィルタに流入するガス流量から、前記主微粒子フィルタに流入する微粒子の質量を求める手順と、(E)前記手順(D)で求められた前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の質量とから、前記主微粒子捕捉フィルタの捕捉効率とから、前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の質量が所定の閾値を超えたか否かを判定する手順と、(F)前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された前記微粒子の質量が前記所定閾値を超えている場合、前記主微粒子捕捉フィルタの再生を実行することを特徴とする。

【0040】

10

上記排ガス浄化方法において、さらに前記副微粒子捕捉フィルタを再生する手順を含み、前記副微粒子捕捉フィルタの再生は、前記副微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の質量が所定値を超えた場合に、前記主微粒子捕捉フィルタの再生とは独立に実行されることが好ましい。

【0041】

また、前記副微粒子捕捉フィルタを再生する手順は、前記手順(A)の後、前記手順(B)を含む第1のプロセスにより実行され、前記主微粒子捕捉フィルタを再生する工程は、前記第1のプロセスにおける前記手順(B)の後、前記手順(C)、(D)を含む第2のプロセスにより実行されることが好ましい。

【0042】

20

また、前記副微粒子捕捉フィルタを再生する手順は、前記手順(A)の後、前記手順(B)を含む第1のプロセスにより実行され、前記主微粒子捕捉フィルタを再生する工程は、前記第1のプロセスにおける前記手順(A)の後、前記手順(B)~(D)を含む第2のプロセスにより実行され、前記第1のプロセスと第2のプロセスが並行して実行されることが好ましい。

【0043】

また、前記手順(B)では、前記副微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子のストロード量が、以下の形の式

$$P = \text{function}(\text{流量}, \text{温度}, \text{ストロード}, \text{形状})$$

により、算出されることが好ましい。

30

【0044】

以下に好ましい実例を示すが(他の表現を用いることも可能である)、この実例では、前記副微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子層の厚さW[m]が、以下の式により計算される。

【0045】

【数5】

$$\Delta P = \frac{\mu Q}{2V_{\text{trap}}} (\alpha + W_s)^2 \left[\frac{W_s}{K_w \alpha} + \frac{1}{2K_{\text{SOOT}}} \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha - 2W} \right) + \frac{4FL^2}{3} \left(\frac{1}{(\alpha - 2W)^4} + \frac{1}{\alpha^4} \right) \right] + \frac{\rho Q^2 (\alpha + W_s)^4}{V_{\text{trap}}^2} \left[\frac{\beta W_s}{4} + 2\zeta \left[\frac{L}{\alpha} \right]^2 \right]$$

40

ここで Pは差圧[Pa]を表し、μは動粘性係数を表し、Qは[m³/h]の単位で表した、前記副微粒子フィルタ中における排ガスの流量を示し、Lは前記副微粒子捕捉フィルタ中のセルの一辺の長さを、ρは排ガスの比重を、V trapは前記副微粒子捕捉フィルタのフィルタ体積を表し、W sは前記副微粒子捕捉フィルタの壁厚を表し、K wは前記副微粒子捕捉フィルタの壁の透過率を表し、K sootは前記副微粒子捕捉フィルタ中に捕捉さ

50

れた微粒子層の透過率を表し、Fは係数(=28.454)であり、Lは前記副微粒子捕捉フィルタの有効フィルタ長さを表し、 α は前記副微粒子捕捉フィルタにおける多孔質壁のフォルヒハイマー係数を表し、 ρ_{soot} は前記副微粒子捕捉フィルタに入り、出ていく排ガスの内部損失係数を、表す。さらに、前記副微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の質量 m_{soot} [g]が、以下の式により、求められる。

【0046】

【数6】

$$W = \frac{\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \frac{m_{soot}}{N_{cells} \times L \times \rho_{soot}}}}{2}$$

10

ここで、 N_{cells} は入口側における開口数を表し、 ρ_{soot} は前記捕捉された微粒子の密度を表す。

【0047】

また、前記手順(C)は、排ガス中の微粒子の濃度 PM_{conc} [g/m³]が、式

$$PM [g/h] = PM_{conc} [g/m^3] \times Q_2 [m^3/h]$$

により求められることが好ましい。ここで Q_2 [m³/h]は、前記副微粒子捕捉フィルタを通過する排ガスの流量を表し、 PM [g/h]は単位時間に堆積した微粒子の質量を表す。

20

【0048】

また、前記手順(D)は、前記主微粒子捕捉フィルタに流入した微粒子の量($PM_{enter full filter}$)が、式

$$PM_{enter full filter} [g/h] = PM_{conc} [g/m^3] \times Q_1 [m^3/h]$$

により求められることが好ましい。ここで PM_{conc} [g/m³]は、排ガス中の微粒子濃度を表す。 Q_1 は、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22を通過する排ガスの流量を示す。 Q_1 は、実際の測定により、あるいはエンジンの運転状況から推定される。

【0049】

本発明の微粒子測定方法の実施形態は、ディーゼルエンジンの排気ラインに設置された微粒子捕捉フィルタから上流側において前記排気ラインから分岐された副排気ラインに設置され、前記微粒子捕捉フィルタのストストレージ容量よりも小さなストストレージ容量を有する微粒子検出フィルタと、前記微粒子検出フィルタの入口と出口の間の差圧を測定する差圧測定部と、を含む微粒子センサを使った微粒子測定方法であって、(A)前記微粒子検出フィルタの前後における差圧と前記副排気ラインにおける排ガス温度と前記副排気ラインにおける前記排ガス流量を測定する手順と、(B)前記手順(A)において得られた前記排ガスの差圧と温度と流量から、前記微粒子検出フィルタに単位時間に捕捉される微粒子の質量を求める手順と、(C)前記手順(B)において得られた単位時間に前記微粒子検出フィルタにより捕捉される微粒子の質量から、前記排ガス中の微粒子の濃度を求める手順と、(D)前記手順(C)において求められた前記排ガス中の微粒子の濃度と、さらにエンジンの動作状況もしくは前記主微粒子捕捉フィルタに流入するガス流量とから、前記主微粒子捕捉フィルタに流入する微粒子の質量を求める手順と、よりなることを特徴とする。

30

40

【0050】

上記微粒子測定方法において、前記微粒子検出フィルタにより捕捉された前記微粒子の質量を求める手順は、前記手順(A)の後、前記手順(B)を含む第1のプロセスにより実行され、前記微粒子捕捉フィルタに流入した微粒子の質量を求める手順は、前記第1のプロセスにおける前記手順(B)の後、前記手順(C)、(D)を含む第2のプロセスにより実行されることが好ましい。

【0051】

50

また、前記微粒子検出フィルタにより捕捉された前記微粒子の質量を求める手順は、前記手順（A）の後、前記手順（B）を含む第1のプロセスにより実行され、前記微粒子捕捉フィルタに流入した微粒子の質量を求める手順は、前記第1のプロセスにおける前記手順（A）の後、前記手順（B）～（D）を含む第2のプロセスにより実行され、前記第1のプロセスと第2のプロセスは並行して実行されることが好ましい。

【0052】

好ましくは、前記手順（B）では、前記微粒子検出フィルタに捕捉された微粒子のスタートロード量が、以下の形の式

$P = \text{function}(\text{流量}, \text{温度}, \text{スタートロード}, \text{形状})$

により、算出される。

10

【0053】

以下に好ましい実例を示すが（他の表現を用いることも可能である）、この実例では、前記微粒子検出フィルタに捕捉された微粒子層の厚さ W [m] が、以下の式により算出される。

【0054】

【数7】

$$\Delta P = \frac{\mu Q}{2V_{\text{trap}}} (\alpha + W_s)^2 \left[\frac{W_s}{K_w \alpha} + \frac{1}{2K_{\text{soot}}} \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha - 2W} \right) + \frac{4FL^2}{3} \left(\frac{1}{(\alpha - 2W)^4} + \frac{1}{\alpha^4} \right) \right] + \frac{\rho Q^2 (\alpha + W_s)^4}{V_{\text{trap}}^2} \left[\frac{\beta W_s}{4} + 2\zeta \left[\frac{L}{\alpha} \right]^2 \right]$$

20

ここで P は差圧 [Pa] を表し、 μ は動粘性係数を表し、 Q は [m³/h] の単位で表した、前記微粒子検出フィルタ中における排ガスの流量を示し、 α は前記微粒子検出フィルタ中のセルの一辺の長さを、 β は排ガスの比重を、 V_{trap} は前記微粒子検出フィルタのフィルタ体積を表し、 W_s は前記微粒子検出フィルタの壁厚を表し、 K_w は前記微粒子検出フィルタの壁の透過率を表し、 K_{soot} は前記微粒子検出フィルタ中に捕捉された微粒子層の透過率を表し、 F は係数 (= 28.454) であり、 L は前記微粒子検出フィルタの有効フィルタ長さを、 ζ は前記微粒子検出フィルタにおける多孔質壁のフォルヒハイマー係数を、 ρ は前記微粒子検出捕捉フィルタに入り、出ていく排ガスの内部損失係数を、表す。さらに、前記微粒子検出フィルタに捕捉された微粒子の質量 m_{soot} [g] が、以下の式により求められる。

30

【0055】

【数8】

$$W = \frac{\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \frac{m_{\text{soot}}}{N_{\text{cells}} \times L \times \rho_{\text{soot}}}}}{2}$$

40

ここで、 N_{cells} は入口側におけるセルの開口数を表し、 ρ_{soot} は前記捕捉された微粒子の密度を表す。

【0056】

また、前記手順（C）は、排ガス中の微粒子の濃度 PM_{conc} [g/m³] が、以下の式により求められることが好ましい。

【0057】

PM [g/h] = PM_{conc} [g/m³] × Q_2 [m³/h]

50

ここで Q_2 [m^3/h] は、前記微粒子検出フィルタを通過する排ガスの流量を表し、 PM [g/h] は単位時間に堆積した微粒子の質量を表す。

【 0 0 5 8 】

また、前記手順 (D) は、前記主微粒子捕捉フィルタに流入した微粒子の量 ($P_{Menter\ full\ filter}$) が、以下の式により求められることが好ましい。

【 0 0 5 9 】

$$P_{Menter\ full\ filter} [g/h] = P_{Mconc} [g/m^3] \times Q_1 [m^3/h]$$

ここで P_{Mconc} [g/m^3] は、排ガス中の微粒子濃度を表す。 Q_1 は、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 を通過する排ガスの流量を示す。 Q_1 は、実際の測定により、あるいはエンジンの運転状況から推定される。

[第 1 の実施形態]

図 6 は、本発明の第 1 の実施形態による排ガス浄化装置 20 の構成を示す。

【 0 0 6 0 】

図 6 を参照するに、図示しないディーゼルエンジンからの排ガスは、先に図 2 A で説明したのと同様な主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 に、排気ライン 21 を介して導入され、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 は、前記排ガス中の微粒子を、先に図 2 C および 2 D で説明したように捕捉する。

【 0 0 6 1 】

さらに図 6 の構成では、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 の上流側において、副排気ライン 21 A が前記排気ライン 21 から分岐し、前記副排気ライン 21 A には副微粒子捕捉フィルタ 22 A が、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 のストロージ容量よりも小さなストロージ容量で設けられている。さらに前記副微粒子捕捉フィルタ 22 A の入口と出口の間の差圧 P を測定する差圧計 22 B が設けられている。さらに図 6 の構成では、前記副排気ライン 21 A に前記副微粒子捕捉フィルタ 22 A の下流側において流量計 24 と制御バルブ 23 とが設けられ、前記制御バルブ 23 は前記副排気ライン 21 A における排ガス流量を、前記流量計 24 による測定に基づいて、一定に維持するのに使われる。この制御バルブ 23 と流量計 24 とは、前記副排気ライン 21 A のどこに設けてもよい。ここで前記副微粒子捕捉フィルタ 22 A と、前記差圧計 22 B と、流量計 24 とは、排ガス中に含まれる微粒子の量を測定する微粒子 (PM) センサを構成する。前記微粒子 (PM) センサは、温度測定部 ($T1$) を含むように構成されてもよい。さらに、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 に温度測定部 $T2$ を設けることも可能である。

【 0 0 6 2 】

この排気ライン中の温度測定部は、次のいずれに設けてもよい。(1) 主微粒子捕捉フィルタの内部、(2) 副微粒子捕捉フィルタの内部、(3) これに接続された配管 (パイプ) 内、(4) 主微粒子捕捉フィルタの表面、あるいは (5) 副微粒子捕捉フィルタの表面。排ガス温度の正確な測定が可能となるという観点からは、構成 (1) あるいは (2) が好ましく、特に構成 (2) がより好ましい。図 16 の例では、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 は、35 ~ 65 % の気孔率を有する SiC などの多孔質セラミックよりなり、ハニカム構造体を形成するが、前記ガス流れ方向に垂直な断面において、一辺が 1 . 1 mm の矩形のガス通路が、図 2 B のガス通路 12 a に対して形成されていることがわかる。ここではガス通路は互いに約 0 . 3 mm の距離だけ離れて形成されており、全体として格子状のパターンを形成している。

【 0 0 6 3 】

図 7 A は、前記副微粒子捕捉フィルタ 22 A を含む全体構成を示し、一方図 7 B は前記副微粒子捕捉フィルタ 22 A の原理を示す。

【 0 0 6 4 】

前記副微粒子捕捉フィルタ 22 A は、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 22 と同様な多孔質セラミックにより構成することができる。前記副微粒子捕捉フィルタを多孔質セラミックにより構成する場合には、前記副微粒子捕捉フィルタが SiC などの多孔質セラ

10

20

30

40

50

ミックよりなり、矩形形状の副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A (セル 2 2 b) を含むことが好ましい。ここで、前記主微粒子捕捉フィルタ 2 2 (DPF) 中における排ガス通路 (図 3 の通路 1 2 a に対応) の総容積の 5 % 以下、例えば 0.05 ~ 5 %、あるいは 65 ml 以下、例えば 0.05 ~ 65 ml の容積、あるいは 0.1 ~ 1000 cm² (好ましくは 1 ~ 10 cm²) の濾過面積を有する単一のガス通路 2 2 a が形成される。前記ガス通路 2 2 a は、例えば矩形断面形状を有し、その一端が閉じられている (1 セルの場合には後端が閉じられる)。ここで、前記ガス通路 2 2 a の外形形状あるいは前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A (セル 2 2 b) の外形形状は、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 2 2 のガス通路の断面形状と同一である必要はなく、円形、正方形、八角形、楕円形など、任意形状であってよい。さらに、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A (セル 2 2 b) を構成する多孔質セラミックは、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 2 2 を構成する多孔質セラミックと同一である必要はない。また前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A (セル 2 2 b) は、セラミック以外の材料で形成されていてもよい。

10

【0065】

前記ガス通路 2 2 a を、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 2 2 中の排ガス通路 (図 3 の通路 1 2 a に対応) の 5 % 以下の容積に形成することにより、あるいは 65 ml 以下の容積に形成することにより、あるいは 0.1 ~ 1000 cm² (好ましくは 1 ~ 10 cm²) の濾過面積に形成することにより、前記主微粒子捕捉フィルタ (DPF) 2 2 中の微粒子の堆積量の測定を簡単な手順で行うことが可能となる。

【0066】

前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A (セル 2 2 b) は、排ガス温度 T を測定する温度測定部を設けられ、前記温度測定部には、熱電対 2 2 d が設けられている。さらに、前記副微粒子捕捉フィルタ (セル 2 2 b) の周りには前記内壁に堆積した微粒子層 (煤層) 2 2 c を燃焼させ前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A を再生するために、ヒータ 2 2 h が巻回されている。さらに、セル 2 2 b と熱電対 2 2 d とヒータ 2 2 h とは、SiO₂-Al₂O₃ などよりなる円筒形のホルダ 2 2 e 中に、Al₂O₃ などの絶縁物 (インシュレータ) 2 2 i を介して格納されており、さらに前記ホルダ 2 2 e には、前記差圧 P を測定するダイヤフラム圧力計 2 2 B が、前記副排気ライン 2 1 A 中の排ガスが前記圧力計 2 2 B に供給されるように設けられている。前記ホルダ 2 2 e は金属ハウジングに格納されており、微粒子 (PM) センサとして前記副排気ラインに設置される。前記ホルダ 2 2 e は、また前記副排気ラインの配管内に設置してもよいし、前記副排気ライン中に、金属ハウジングに格納した状態で設置してもよい。

20

30

【0067】

そこで、前記副排気ライン 2 1 A 中の排ガスが前記副微粒子捕捉フィルタ (セル 2 2 b) の排ガス通路 2 2 a に導入されると、前記排ガスは前記副微粒子捕捉フィルタ (セル 2 2 b) の壁面を通過してセル外側へと流れ、前記排ガス中の微粒子が図 2 C の場合と同様に捕捉される。その際、微粒子は前記セル 2 2 b の内壁面に堆積し、微粒子層 2 2 c を形成する。

【0068】

本発明では、このようにして捕捉され前記微粒子捕捉フィルタ 2 2 の内壁面に堆積した微粒子 2 2 c の堆積量が、このようにして得られた前記差圧 P と排ガス温度 T と排ガス流量 Q とから、式 (1) を使って、以下のように算出される。

40

【0069】

図 8 は、前記図 6 の副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A のより詳細な構成を示す。

【0070】

図 8 を参照するに、前記副排気ライン 2 1 A 中の排ガスは、前記副微粒子捕捉フィルタ (セル 2 2 b) 中のガス通路 2 2 a に、矢印で示すように供給され、前記セルを通過後、側方あるいは後方に排出される。その際、前記副微粒子捕捉フィルタ (セル 2 2 b) 上のヒータ 2 2 h は駆動ライン 2 2 b 1 を介して供給される電力により駆動され、前記セル 2 2 b により捕捉された微粒子 2 2 c の燃焼が生じる。さらに、前記ダイヤフラム圧力計

50

2 2 B の出力信号が、信号ライン 2 2 p を介して制御回路へと供給される。

【 0 0 7 1 】

前記図 7 A および 7 B の副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A では、前記副微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子のストロード量が、以下の式により算出される。

【 0 0 7 2 】

【 数 9 】

$$\Delta P = \frac{\mu Q}{2V_{trap}} (\alpha + W_s)^2 \left[\frac{W_s}{K_w \alpha} + \frac{1}{2K_{SOOT}} \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha - 2W} \right) + \frac{4FL^2}{3} \left(\frac{1}{(\alpha - 2W)^4} + \frac{1}{\alpha^4} \right) \right] + \frac{\rho Q^2 (\alpha + W_s)^4}{V_{trap}^2} \left[\frac{\beta W_s}{4} + 2\zeta \left[\frac{L}{\alpha} \right]^2 \right] \quad (1)$$

ここで P は差圧 [Pa] を表し、 μ は動粘性係数を表し、Q は [m³ / h] で表した排ガス流量を表し、 α はセルの一辺の長さを表し、 β は排ガスの比重を表し、V trap はフィルタ体積を表し、W s は壁厚を表し、K w は壁のガス透過率を表し、K soot は、捕捉された微粒子層のガス透過率を表し、W は捕捉された微粒子層の厚さを表し、F は係数 (= 2 8 . 4 5 4) を表し、L は有効フィルタ長さを表し、 ζ は多孔質壁のフォルヒハイマー係数を表し、 ρ は排ガスの流入および流出の内部損失係数を表す。

【 0 0 7 3 】

次に、セル 2 2 b により捕捉された微粒子の質量 m soot が、以下の式により求められる。

【 0 0 7 4 】

【 数 1 0 】

$$W = \frac{\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \frac{m_{soot}}{N_{cells} \times L \times \rho_{soot}}}}{2} \quad (2)$$

ここで m soot は、捕捉された微粒子の質量 [g] を表し、N cells は、入口側のセルの開口数を表し、 ρ_{soot} は、捕捉された微粒子の密度を表す。

【 0 0 7 5 】

そこで、m soot を、前記副微粒子捕捉フィルタの回目の再生時点から計った時間 (経過時間) [h] で除することにより、単位時間当たりの捕捉量 P M [g / h] が求められる。

【 0 0 7 6 】

このように単位時間に堆積した微粒子の質量 P M [g / h] が求められると、排ガス中の微粒子濃度 P M conc [g / c m³] が、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A を通過する排ガスの流量 Q 2 [m³ / h] を使って求められる。

【 0 0 7 7 】

$$P M [g / h] = P M conc [g / m^3] \times Q 2 [m^3 / h] \quad (3)$$

前記排ガス中の微粒子の濃度 P M conc は、前記副排気ライン 2 1 A においても排気ライン 2 1 においても同じ値をとるので、前記微粒子捕捉フィルタ 2 2 に流入した微粒子の量 P M enter full filter [g / h] は、前記単位時間当たりの微粒子の質量 P M [g / h] を使って、以下のように求められる。

【 0 0 7 8 】

$$P M enter full filter [g / h] = P M conc [g / m^3] \times Q 1 [m^3 / h] \quad (4)$$

)

さらに、これから、前記フィルタ中に堆積した微粒子の量が、フィルタの捕捉効率を勘案して求められる。以上の説明において、 Q_1 は、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22を通過する排ガスの流量を示す。 Q_1 は、実際の測定により、あるいはエンジンの運転状況から推定される。

【0079】

図9は、図6の排ガス浄化装置において前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22の前後において生じる差圧と、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22における微粒子の堆積量との関係を示す。ここで実線は、前記副微粒子捕捉フィルタ22Aおよび式(1)~(4)を使って求められた、前記主微粒子捕捉フィルタ22における微粒子堆積量を示す。一方、破線は、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22の前後における差圧から直接に求めた場合の、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22における微粒子の堆積量を示す。

10

【0080】

図9を参照するに、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22の前後の差圧には、同じ微粒子堆積量で比較して、 $\pm 50\%$ に達する誤差が生じているのがわかる。

【0081】

これに対し、前記副微粒子捕捉フィルタの前後における差圧 P を求め、式(1)~(4)を使うことにより、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22に捕捉された微粒子の堆積量を、 $\pm 10\%$ の誤差で求めることが可能であることがわかる。

20

【0082】

そこで、本発明によれば、図6の排ガス浄化装置において、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22中における微粒子の堆積量を、よりスラストストレージ容量の小さい前記副微粒子捕捉フィルタ22Aにおいて生じる差圧 P を測定することで、正確に見積もることが可能となり、その結果に基づいてポストインジェクションを行うことにより、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22の再生を、最適なタイミングで実行することが可能となる。これにより、不要なポストインジェクションが回避され、車両の燃費が向上する。

【0083】

図6の構成において、流量計24は、公知のベンチュリ流量計、ホットワイヤ流量計などを使うことが可能であり、流量計24は前記副排気ライン21A中における排ガス流量を、制御バルブ23を用いて例えば50~6000ml/分の範囲において、略一定に制御することが可能である。これにより、排ガスが前記副排気ライン21Aに偏って流れるのが回避され、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22中の微粒子堆積量を、前記副微粒子捕捉フィルタ22Aにより得られた堆積量から、より高精度に求めることが可能となる。

30

【0084】

ここで、「前記副微粒子捕捉フィルタの入口と出口の間の差圧を測定する差圧測定部」とは、前記副微粒子捕捉フィルタの入口と出口の差圧を測定する差圧計を含むのみならず、微粒子捕捉フィルタ22Aの出口側にのみ、圧力計を使う構成をも含むものである。かかる構成では、初期状態(再生直後の状態)の圧力値が記憶されており、前記差圧は、前記副微粒子捕捉フィルタ22Aに微粒子の堆積が生じた状態の圧力を測定し、このようにして得られた圧力値を前記記憶された初期圧力値から差し引くことにより求められる。

40

【0085】

さらに前記差圧を測定するに当たり、前記流量計、流速計などを、前記副微粒子捕捉フィルタの入口側および出口側に、あるいは出口側だけに設けることも可能である。かかる構成によれば、前記差圧は、前記副微粒子捕捉フィルタの入口側および出口側に設けられた流量計、流速計、などの読み取り値から求められる。あるいは、前記差圧は、前記副微粒子捕捉フィルタの出口側の前記流量計、流速計などの読み取り値から、初期状態(再生直後の状態)の読み取り値と前記副微粒子捕捉フィルタに微粒子の堆積が生じた状態の読み取り値を比較することにより、求めることができる。

50

【 0 0 8 6 】

本発明は、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A について求めた差圧から、前記主微粒子捕捉フィルタ (D P F) 2 2 に捕捉された微粒子の量を、式 (1) ~ (4) を使うことにより求めることを特徴としており、前記副微粒子捕捉フィルタの差圧を求めるには、従来差圧を測定するのに使われているものを含め、如何なる計測器を使ってもよい。

[第 2 の実施形態]

図 1 0 は、図 6 の排ガス浄化装置を使った本発明の第 2 の実施形態による排ガス浄化方法を示すフローチャートである。

【 0 0 8 7 】

図 1 0 を参照するに、前記副排気ライン 2 1 A 中の流量は、ステップ 1 において、前記流量計 2 4 を使うことにより、また場合によってはバルブ 2 3 を使うことにより、5 0 ~ 6 0 0 0 m l / 分の範囲に設定され、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A 前後の差圧 P が、前記差圧計 2 2 B により検出される。さらに、前記温度測定部 T 1 を使って、前記排ガスの温度 T が測定される。

10

【 0 0 8 8 】

ステップ 1 において、バルブ 2 3 により、前記副排気ライン 2 1 A 中の流量が、5 0 ~ 6 0 0 m l / 分の所定量に設定することができる。

【 0 0 8 9 】

次にステップ 2 において、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A に捕捉された微粒子の層厚 W が、前記ステップ 1 で求められた差圧 P から、式 (1) に従って求められる。ここで、前記排ガスの温度 T は、本例のように前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A の温度測定部 T 1 を使う代わりに、前記主微粒子捕捉フィルタ (D P F) 2 2 の温度測定部 T 2 を使って求めてもよい。さらに、前記温度 T は、前記温度測定部 T 1 , T 2 の温度から算出 (例えば平均値、最大値、最小値など) することもできる。前記微粒子の量を正確に算出することが可能となるという観点から、前記副微粒子フィルタ 2 2 A の温度測定部 T 1 を使うことが好ましい。前記温度測定部としては熱電対を使うことができるが、温度を測定できるものならどのようなものでも使うことができる。さらに排気管内の排ガス温度を測定するのが好ましいが、フィルタあるいはセルの温度を測定してもよい。

20

【 0 0 9 0 】

さらにステップ 2 では、セル 2 1 b により捕捉された微粒子の質量 msoot が、ステップ 1 で検出された層厚 W から、前記式 (2) により求められる。

30

【 0 0 9 1 】

さらにステップ 3 において、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A のセル 2 2 b に堆積した微粒子層の質量 msoot が所定の閾値 Th0 を超えたか否かが判定され、結果が NO (Th0 を越えていない場合) であれば、プロセスはステップ 1 に戻される。

【 0 0 9 2 】

一方、前記ステップ 3 において前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A のセル 2 2 b に堆積した微粒子層の質量 msoot が前記所定閾値 Th0 を超えた場合には、ステップ 4 において前記ヒータ 2 2 h が駆動され、微粒子 2 2 c が燃焼により除去される。

【 0 0 9 3 】

一方、図 1 0 のプロセスでは、ステップ 1 1 において、前記ステップ 2 で求められた前記セル 2 2 b 中に捕捉された微粒子の質量 msoot を使って、前記排ガス中に微粒子の濃度 P M が前記式 (3) より求められ、前記主微粒子捕捉フィルタ 2 2 に堆積した微粒子の量 P Menter full filter が、前記式 (4) および前記主微粒子捕捉フィルタ (D P F) 2 2 の捕捉効率から、求められる。

40

【 0 0 9 4 】

そこでステップ 1 2 では、前記主微粒子捕捉フィルタ (D P F) 2 2 中における微粒子堆積量 P Menter full filter が所定の閾値 T h 1 を超えたか否かが判定され、判定結果が NO (Th1 を越えていない場合) であれば、プロセスはステップ S 1 1 に戻される。

【 0 0 9 5 】

50

一方、前記ステップ12において、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22中における微粒子の堆積量P Menter full filterが前記閾値Th1を超えていると判定された場合には、ステップ13においてエンジン制御ユニット(ECU)をコントロールしてポストインジェクションが行われ、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22中に堆積した微粒子が、燃焼により除去される。これにより、フィルタの再生がなされる。

【0096】

図10のプロセスでは、前記副微粒子捕捉フィルタ22Aの再生と主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22の再生とを独立に実行することができ、前記副微粒子捕捉フィルタ22Aを構成するセル22b中に堆積した微粒子22cの量、すなわち微粒子層(煤層)の量を、例えば0.5g/l以下の小さな値に常時維持することが可能である。かかる構成によれば、副微粒子捕捉フィルタ22Aを使った微粒子センサの感度を向上させることができる。

10

【0097】

図6の構成では、バルブ23が前記副排気ライン21Aに設置されているが、前記副微粒子捕捉フィルタ22Aの再生を前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22と独立に行っても、排ガスが主として前記副微粒子捕捉フィルタを流れてしまうような状況が生じることはなく、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22中の微粒子堆積量の見積もりに誤差が生じることはない。

【0098】

その際、前記バルブ23は、前記副排気ライン21A中のガス流量を厳密に一定に維持する必要はなく、前記副排気ライン21Aへの極端な排ガスの偏りを回避できれば十分である。

20

【0099】

このように、本発明の第2の実施形態では、前記差圧Pと前記排ガスの温度Tと前記排ガス流量Qとが測定され(ステップ1)、前記副微粒子捕捉フィルタにより捕捉された微粒子の質量が、前記測定結果から、前記式(1)および(2)を使って求められ(ステップ2)、前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の量が、前記式(3)、(4)、および、さらに前記主微粒子捕捉フィルタの捕捉効率を使って求められる(ステップ11)。

【0100】

一方、前記主微粒子捕捉フィルタ中に捕捉された微粒子を求めるプロセスは、図11に示すように変形することもできる。

30

【0101】

図10において、また以下に説明する図11においても、前記主微粒子捕捉フィルタ(DPF)22はDPFとして表記され、一方前記副微粒子捕捉フィルタ22Aは副DPFとして表記されている。さらに、前記微粒子の堆積は、「DPMdeopo」と表記されている。

【0102】

すなわち、図11において、前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の量を求めるプロセス(ステップ11)は、前記ステップ1で得られた測定結果を使って、前記副微粒子捕捉フィルタ中に捕捉された微粒子の量を求めるプロセス(ステップ2)と並行して行われる。

40

[第3の実施形態]

図12は、本発明の第3の実施形態による、図6の微粒子センサを使った微粒子測定方法を示すフローチャートである。ただし図中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0103】

図12を参照するに、前記副排気ライン21A中の流量は、前記ステップ1に対応するステップ21において、前記流量計を使うことにより、また場合によってはバルブ23を使うことにより、50~6000ml/分の範囲に設定され、前記副微粒子捕捉フィルタ

50

2 2 A 前後の差圧 P が、前記差圧計 2 2 B により検出される。さらに、前記温度測定部 T 1 を使って、前記排ガスの温度 T が測定される。

【 0 1 0 4 】

次にステップ前記ステップ 2 に対応するステップ 2 2 において、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A に捕捉された微粒子の層厚 W が、前記ステップ 2 1 で求められた差圧 P から、式 (1) に従って求められる。なお現在の例において、前記排ガスの温度 T は、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A の温度測定部 T 1 を使う代わりに、前記主微粒子捕捉フィルタ (D P F) 2 2 の温度測定部 T 2 を使って求めてもよい。さらに、前記温度 T は、前記温度測定部 T 1 , T 2 の温度から算出 (例えば平均値、最大値、最小値など) することもできる。前記微粒子の量を正確に算出することが可能となるという観点からは、前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A の温度測定部 T 1 を使うのが好ましい。前記温度測定部としては熱電対を使うことができるが、温度を測定できるものならどのようなものでも使うことができる。さらに排気パイプ内の排ガス温度を測定するのが好ましいが、フィルタあるいはセルの温度を測定することも可能である。

10

【 0 1 0 5 】

さらにステップ 2 2 では、セル 2 1 b により捕捉された微粒子の質量 m_{soot} が、ステップ 2 1 で検出された層厚 W から、前記式 (2) により求められる。

【 0 1 0 6 】

さらに、図 1 2 のプロセスでは、前記ステップ 1 1 に対応するステップ 3 1 において、前記ステップ 2 2 で求められた前記セル 2 2 b 中に捕捉された微粒子の質量 m_{soot} を使って、前記排ガス中に微粒子の濃度 $P M$ が前記式 (3) により求められ、前記主微粒子捕捉フィルタ 2 2 に堆積した微粒子の量 $P M_{enter \ full \ filter}$ が、前記式 (4) および前記主微粒子捕捉フィルタ (D P F) 2 2 の捕捉効率から、求められる。

20

【 0 1 0 7 】

このように、本発明の第 3 の実施形態では、前記差圧 P と前記排ガスの温度 T と前記排ガス流量 Q とが測定され (ステップ 2 1)、前記第 2 の微粒子捕捉フィルタにより捕捉された微粒子の質量が、前記測定結果から、前記式 (1)、(2) を使って求められ (ステップ 2 2)、さらに前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の量が、前記副微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子量から、前記式 (3)、(4) および前記主微粒子捕捉フィルタの捕捉効率を使って求められる (ステップ 3 1)。

30

【 0 1 0 8 】

一方、前記主微粒子捕捉フィルタ中に捕捉された微粒子を求めるプロセスは、図 1 3 に示すように変形することもできる。

【 0 1 0 9 】

図 1 2 において、また以下に説明する 1 3 においても、前記主微粒子捕捉フィルタ (D P F) 2 2 は D P F として表記され、一方前記副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A は副 D P F として表記されている。さらに、前記微粒子の堆積は、「 D P M d e o p o 」と表記されている。

【 0 1 1 0 】

すなわち、図 1 3 において、前記主微粒子捕捉フィルタに捕捉された微粒子の量を求めるプロセス (ステップ 3 1) は、前記ステップ 2 1 で得られた測定結果を使って、前記副微粒子捕捉フィルタ中に捕捉された微粒子の量を求めるプロセス (ステップ 2 2) と並行して行われる。

40

【 0 1 1 1 】

さらに、以上の説明では、前記主微粒子フィルタ (D P F) 2 2 および副微粒子捕捉フィルタ 2 2 A として、S i C よりなるハニカム部材を使う場合について説明したが、本発明はかかる特定のフィルタ部品に限定されるものではなく、炭化珪素を 6 0 % 以上含む炭化珪素とシリコンなど金属との複合材 (本発明はかかる複合材も炭化珪素に含めることにする)、窒化アルミニウムや窒化珪素、窒化硼素、窒化タングステンなどの窒化物、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステンなどの炭化物、アルミナ、

50

酸化ジルコニウム、コージエライト、ムライト、シリカ、チタン酸アルミニウムなどの酸化物、あるいはステンレスなどの金属の多孔質体を使うことも可能である。また、ハニカム構造の他にも、コルゲートやエレメント板などの構造体を使うことも可能である。

【 0 1 1 2 】

本発明の実施形態の排ガス浄化装置は小型であり、トラックや産業機械などの大型車両のみならず、乗用車にも適用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 3 】

【 図 1 】 従来の排ガス上か装置を使ったエンジンの全体図である。

【 図 2 A 】 微粒子捕捉フィルタの概略的構成を示す図である。

10

【 図 2 B 】 微粒子捕捉フィルタの構成要素を示す図である。

【 図 2 C 】 微粒子捕捉フィルタの動作原理を示す図である。

【 図 2 D 】 微粒子捕捉フィルタにより捕捉された微粒子の状態を示す図である。

【 図 3 】 本発明の関連技術による排ガス上か装置を使った従来のエンジンシステムの全体構成を示す図である。

【 図 4 】 図 3 の排ガス上か装置の問題点を説明する図である。

【 図 5 】 図 3 の排ガス上か装置の問題点を説明する別の図である。

【 図 6 】 本発明の第 1 の実施形態による排ガス浄化装置の構成を示す図である。

【 図 7 A 】 図 6 で使われる副微粒子捕捉フィルタの構成を示す図である。

【 図 7 B 】 図 7 A の副微粒子捕捉フィルタの原理を説明する図である。

20

【 図 8 】 図 6 の副微粒子捕捉フィルタを使った微粒子 (P M) センサの構成を示す図である。

【 図 9 】 本発明の効果を説明する図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 2 の実施形態による排ガス浄化装置における微粒子捕捉フィルタの再生動作を説明するフローチャートである。

【 図 1 1 】 本発明の第 2 の実施形態による排ガス浄化装置における微粒子捕捉フィルタの他の再生動作を説明するフローチャートである。

【 図 1 2 】 図 1 0 の手順 A ~ D による微粒子測定方法を示すフローチャートである。

【 図 1 3 】 図 1 1 の手順 A ~ D による微粒子測定方法を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

30

【 0 1 1 4 】

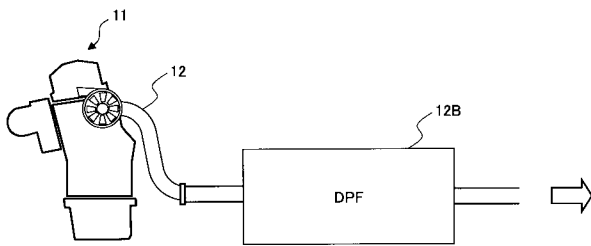
- 1 1 ディーゼルエンジン
- 1 2 排気ライン
- 1 2 A フィルタユニット
- 1 2 B 微粒子捕捉フィルタ (D P F)
- 1 2 a ガス通路
- 1 2 b 多孔質部材
- 1 2 c 微粒子
- 2 0 排ガス浄化装置
- 2 1 排気ライン
- 2 1 A 副排気ライン
- 2 2 主微粒子捕捉フィルタ (D P F)
- 2 2 A 副微粒子捕捉フィルタ
- 2 2 a 排ガス通路
- 2 2 b セル
- 2 2 b 1 駆動ライン
- 2 2 c 微粒子層
- 2 2 d 熱電対
- 2 2 e ホルダ (容器)
- 2 2 h ヒータ

40

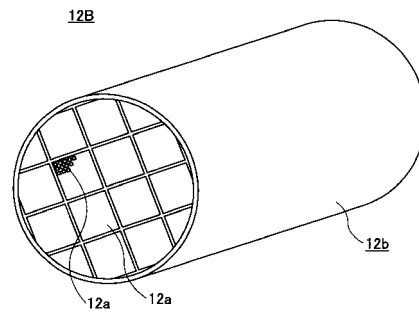
50

- 2 2 i 絶縁物 (インシュレータ)
- 2 2 p 信号ライン
- 2 3 制御バルブ
- 2 4 流量計

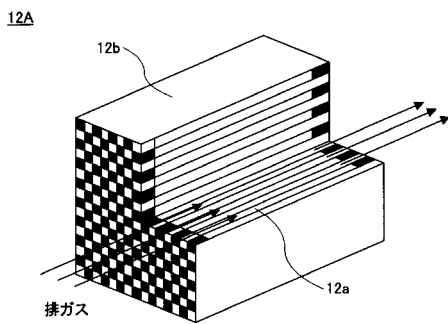
【図 1】



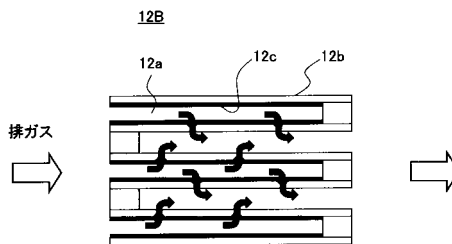
【図 2 B】



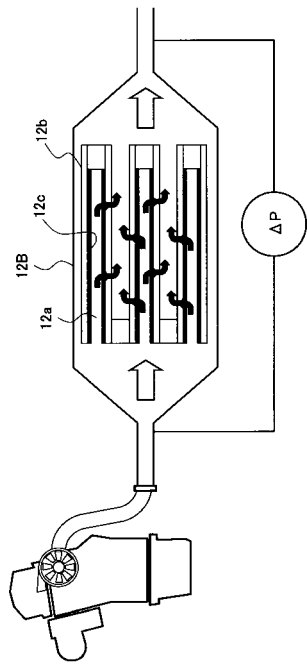
【図 2 A】



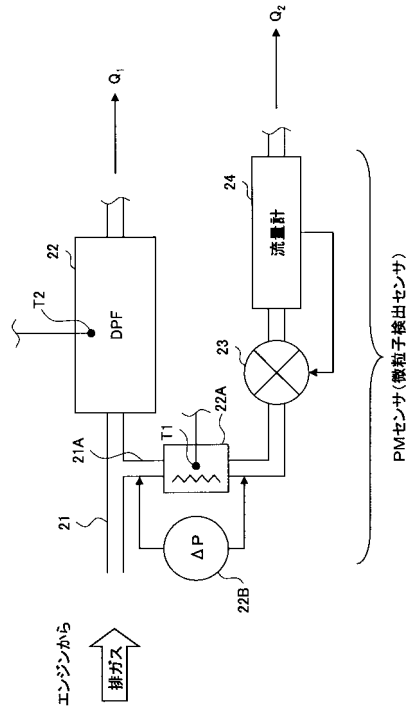
【図 2 C】



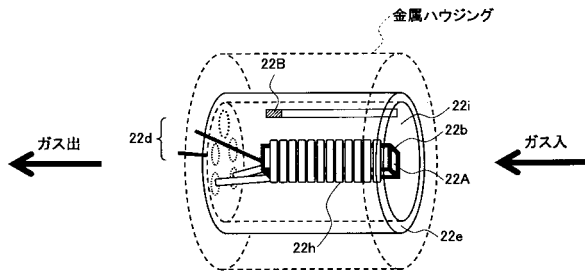
【図3】



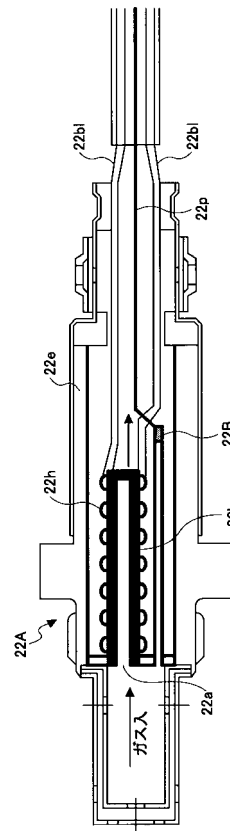
【図6】



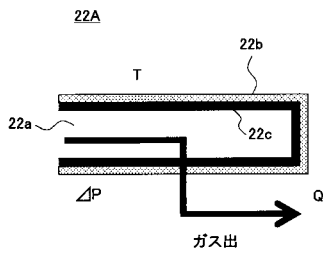
【図7A】



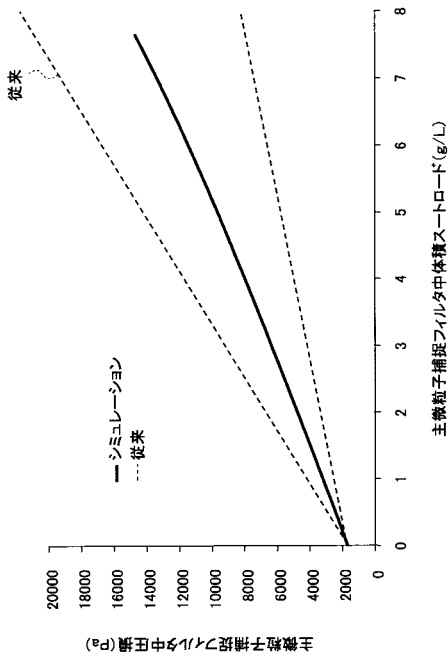
【図8】



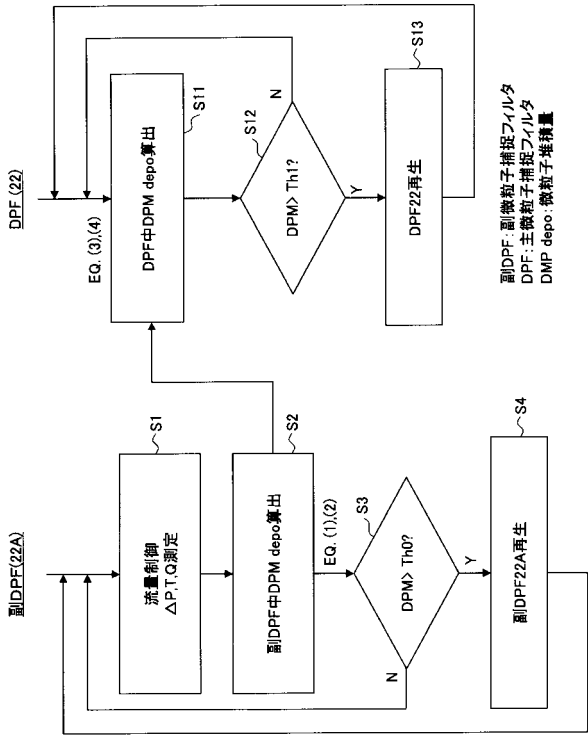
【図7B】



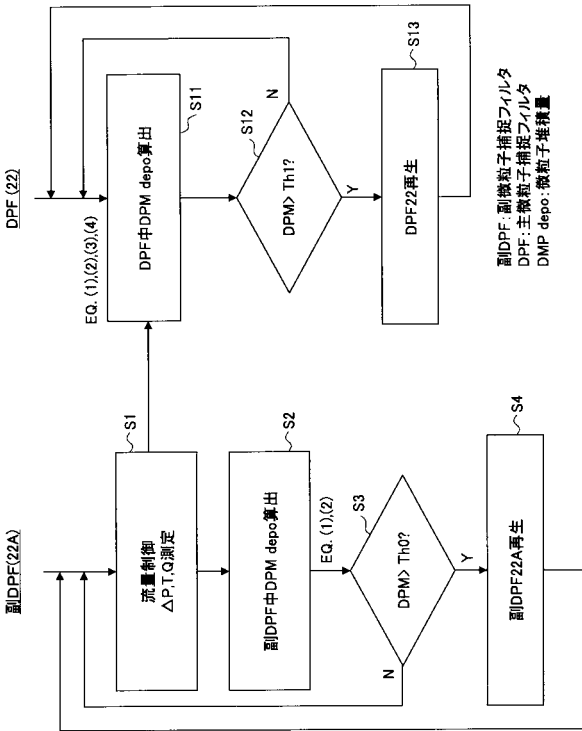
【 図 9 】



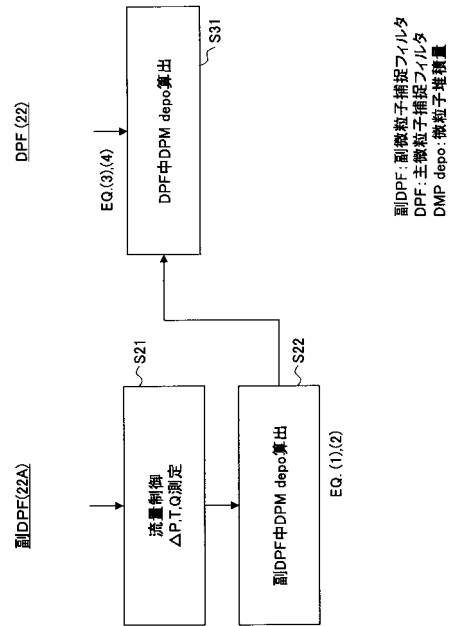
【 図 10 】



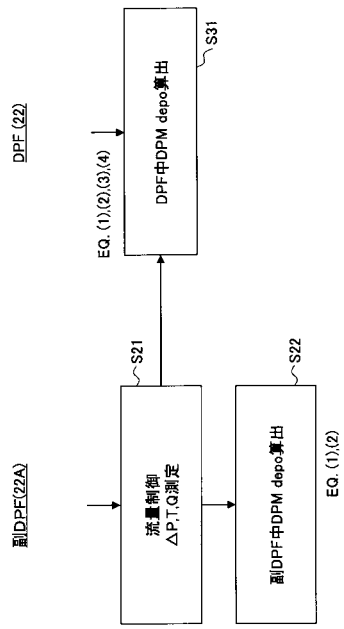
【 図 11 】



【 図 12 】

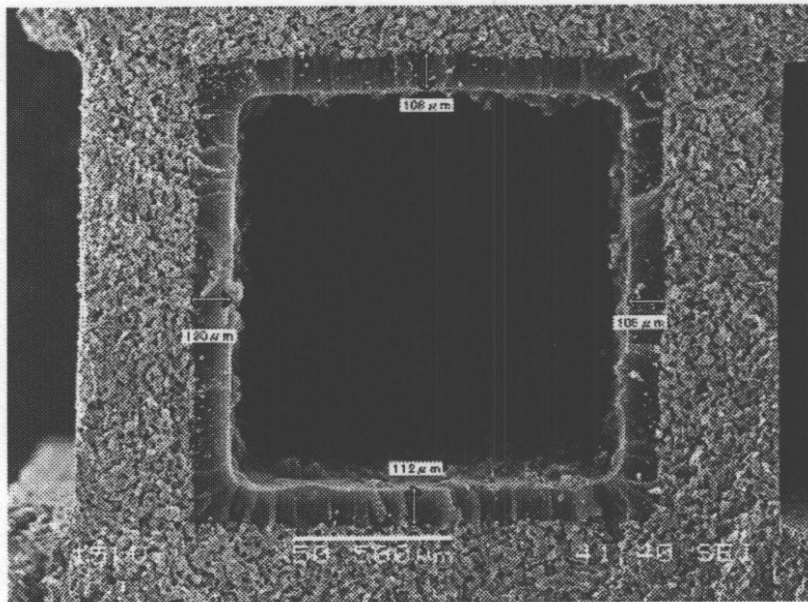


【 図 1 3 】

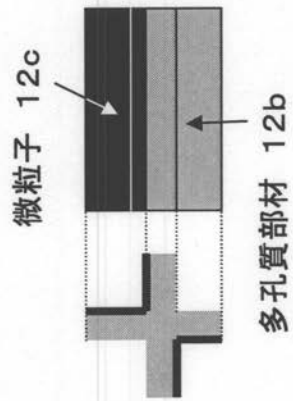
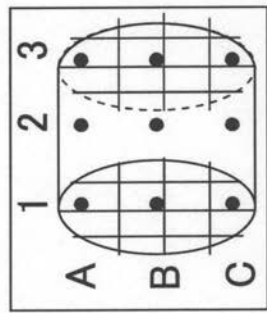


副DPF: 副微粒子捕捉フィルタ
DPF: 主微粒子捕捉フィルタ
DPM depo.: 微粒子堆積量

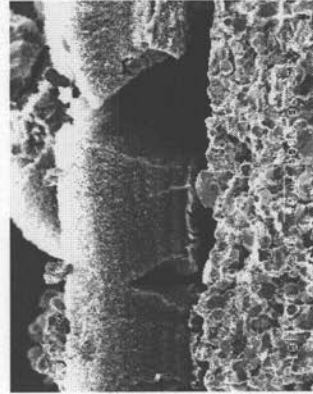
【 図 2 D 】



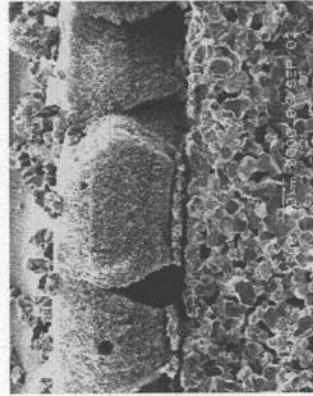
【 図 4 】



A1



B2



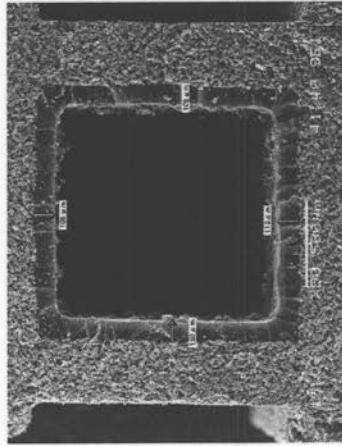
C3



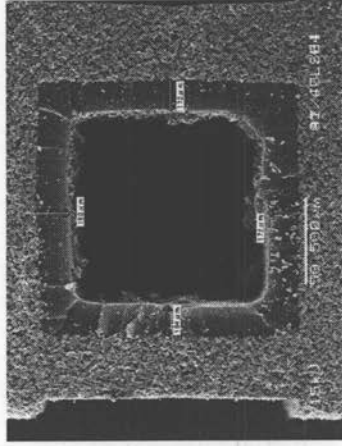
【 図 5 】

スト厚さ
@8g/L

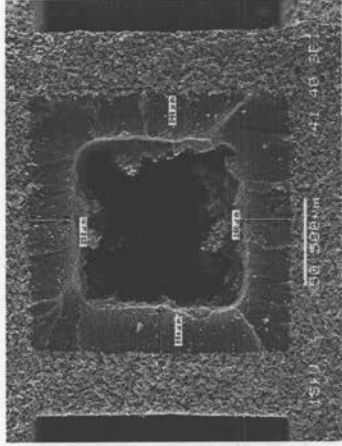
109 [μ m]



175 [μ m]



255 [μ m]



単位圧損
@8g/L 680°C
3m/s

15.3 [KPa]

11.8 [KPa]

8.8 [KPa]

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 0 1 D 46/42

B

審査官 今関 雅子

(56)参考文献 特開2006-226808(JP,A)

特開平08-068313(JP,A)

特開平4-279712(JP,A)

特開平11-230888(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 N 3 / 0 2 - 3 / 3 8