

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4051163号  
(P4051163)

(45) 発行日 平成20年2月20日(2008.2.20)

(24) 登録日 平成19年12月7日(2007.12.7)

(51) Int.Cl.

F I

B O 1 D 46/00 (2006.01)

B O 1 D 46/00 3 O 2

B O 1 D 39/20 (2006.01)

B O 1 D 39/20 D

F O 1 N 3/02 (2006.01)

F O 1 N 3/02 3 O 1 B

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-277123  
 (22) 出願日 平成11年9月29日(1999.9.29)  
 (65) 公開番号 特開2001-96117(P2001-96117A)  
 (43) 公開日 平成13年4月10日(2001.4.10)  
 審査請求日 平成15年11月13日(2003.11.13)

(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  
 (74) 代理人 100080687  
 弁理士 小川 順三  
 (74) 代理人 100077126  
 弁理士 中村 盛夫  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (72) 発明者 大野 一茂  
 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビ  
 デン 株式会社 大垣北工場 内  
 (72) 発明者 辻 昌宏  
 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビ  
 デン 株式会社 大垣北工場 内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミックフィルタ集合体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セラミック焼結体からなる複数の角柱状ハニカムフィルタの外周面同士をセラミック質シール材層を介して接着することにより、前記各ハニカムフィルタを一体化してなる集合体であって、各ハニカムフィルタの外周面における角部を面取りが施されたアール面とし、そのアール面の曲率半径を  $R = 0.3 \sim 2.5 \text{ mm}$  としたことを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

【請求項2】

前記ハニカムフィルタは多孔質炭化珪素焼結体からなることを特徴とする請求項1に記載のセラミックフィルタ集合体。

【請求項3】

前記ハニカムフィルタは四角柱状であって、かつフィルタ軸線方向に直交する方向に沿って互いにずらした状態で配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載のセラミックフィルタ集合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミック焼結体からなる複数のハニカムフィルタを接着して一体化した構造のセラミックフィルタ集合体に関するものである。

【0002】

**【従来の技術】**

自動車の台数は今世紀に入って飛躍的に増加しており、それに比例して自動車の内燃機関から出される排気ガスの量も急激な増加の一途を辿っている。特にディーゼルエンジンの出す排気ガス中に含まれる種々の物質は、汚染を引き起こす原因となるため、現在では世界環境にとって深刻な影響を与えつつある。また、最近では排気ガス中の微粒子（ディーゼルパティキュレート）が、ときとしてアレルギー障害や精子数の減少を引き起こす原因となるとの研究結果も報告されている。つまり、排気ガス中の微粒子を除去する対策を講じることが、人類にとって急務の課題であると考えられている。

**【0003】**

このような事情のもと、従来より、多様多種の排気ガス浄化装置が提案されている。一般的な排気ガス浄化装置は、エンジンの排気マニホールドに連結された排気管の途上にケーシングを設け、その中に微細な孔を有するフィルタを配置した構造を有している。フィルタの形成材料としては、金属や合金のほか、セラミックがある。セラミックからなるフィルタの代表例としては、コーディエライト製のハニカムフィルタが知られている。最近では、耐熱性・機械的強度・捕集効率が高い、化学的に安定している、圧力損失が小さい等の利点があることから、多孔質炭化珪素焼結体をフィルタ形成材料として用いることが多い。

10

**【0004】**

ハニカムフィルタは自身の軸線方向に沿って延びる多数のセルを有している。排気ガスがフィルタを通り抜ける際、そのセル壁によって微粒子がトラップされる。その結果、排気ガス中から微粒子が除去される。

20

**【0005】**

しかし、多孔質炭化珪素焼結体製のハニカムフィルタは熱衝撃に弱い。そのため、大型化するほどフィルタにクラックが生じやすくなる。よって、クラックによる破損を避ける手段として、複数の小さなフィルタ個片を一体化して1つの大きなセラミックフィルタ集合体を製造する技術が近年提案されている。

**【0006】**

上述の集合体を製造する一般的な方法を簡単に紹介する。まず、押出成形機の金型を介してセラミック原料を連続的に押し出すことにより、四角柱状のハニカム成形体を形成する。ハニカム成形体を等しい長さに切断した後、その切断片を焼成してフィルタとする。焼成工程の後、フィルタの外周面同士をセラミック質シール材層を介して接着することにより、複数のフィルタを束ねて一体化する。以上の結果、所望のセラミックフィルタ集合体が完成する。

30

**【0007】**

そして、セラミックフィルタ集合体の外周面には、セラミックファイバ等からなるマット状の断熱材が巻き付けられる。この状態で、集合体は排気管の途上に設けられたケーシング内に収容される。

**【0008】****【発明が解決しようとする課題】**

ところが、従来技術のハニカムフィルタは全体的に角張った形状をしているため、外周面における角部に応力が集中しやすく、そこに欠け（チッピング）が生じることがあった。また、角部を起点としてシール材層側にクラックが発生することもあり、それが原因でセラミックフィルタ集合体が破壊に至るおそれがあった。また、集合体の破壊に至らない場合であっても、排気ガスのリークによって処理効率が低下しやすいという問題があった。

40

**【0009】**

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、強度に優れたセラミックフィルタ集合体を提供することにある。

**【0010】****【課題を解決するための手段】**

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明では、セラミック焼結体からなる

50

複数の角柱状ハニカムフィルタの外周面同士をセラミック質シール材層を介して接着することにより、前記各ハニカムフィルタを一体化してなる集合体であって、各ハニカムフィルタの外周面における角部は面取りが施されたアール面となっており、そのアール面の曲率半径が  $R = 0.3 \sim 2.5 \text{ mm}$  であることを特徴とするセラミックフィルタ集合体をその要旨とする。

【0011】

請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記ハニカムフィルタは多孔質炭化珪素焼結体からなるとした。

請求項3に記載の発明は、請求項1または2において、前記ハニカムフィルタは四角柱状であって、かつフィルタ軸線方向に直交する方向に沿って互いにずらした状態で配置されているとした。

10

【0013】

以下、本発明の「作用」について説明する。請求項1～3に記載の発明によると、ハニカムフィルタの外周面における角部が好適範囲のアール面になっていることから、当該箇所への応力集中が回避される。従って、ハニカムフィルタの角部の欠けや、角部を起点としたシール材層のクラックが防止され、セラミックフィルタ集合体が破壊しにくくなる。前記曲率半径  $R$  が  $0.3 \text{ mm}$  以下であると、角部への応力集中を十分に回避することができず、欠けやクラックの発生につながりやすい。逆に、 $R$  が  $2.5 \text{ mm}$  を超えると、ハニカムフィルタの断面積が減少する結果、集合体の濾過能力が低下してしまう。

【0014】

20

請求項2に記載の発明によると、このハニカムフィルタは多孔質体からなるので、濾過能力が高くかつ圧力損失が小さい。しかも、炭化珪素焼結体からなるので、耐熱性及び熱伝導性に優れている。

【0015】

請求項3に記載の発明によると、四角柱状のハニカムフィルタをフィルタ軸線方向に直交する方向に沿って互いにずらした状態で配置することにより、シール材層が十字状に交わる箇所ができなくなる。その結果、集合体の破壊強度が向上するばかりでなく、集合体の径方向に沿った熱伝導性が向上する。

【0017】

【発明の実施の形態】

30

以下、本発明を具体化した一実施形態のディーゼルエンジン用の排気ガス浄化装置1を、図1～図5に基づき詳細に説明する。

【0018】

図1に示されるように、この排気ガス浄化装置1は、内燃機関としてのディーゼルエンジン2から排出される排気ガスを浄化するための装置である。ディーゼルエンジン2は、図示しない複数の気筒を備えている。各気筒には、金属材料からなる排気マニホールド3の分岐部4がそれぞれ連結されている。各分岐部4は1本のマニホールド本体5にそれぞれ接続されている。従って、各気筒から排出された排気ガスは一箇所に集中する。

【0019】

排気マニホールド3の下流側には、金属材料からなる第1排気管6及び第2排気管7が配設されている。第1排気管6の上流側端は、マニホールド本体5に連結されている。第1排気管6と第2排気管7との間には、同じく金属材料からなる筒状のケーシング8が配設されている。ケーシング8の上流側端は第1排気管6の下流側端に連結され、ケーシング8の下流側端は第2排気管7の上流側端に連結されている。排気管6、7の途上にケーシング8が配設されていると把握することもできる。そして、この結果、第1排気管6、ケーシング8及び第2排気管7の内部領域が互いに連通し、その中を排気ガスが流れるようになっている。

40

【0020】

図1に示されるように、ケーシング8はその中央部が排気管6、7よりも大径となるように形成されている。従って、ケーシング8の内部領域は、排気管6、7の内部領域に比べ

50

て広がっている。このケーシング 8 内には、セラミックフィルタ集合体 9 が収容されている。

#### 【 0 0 2 1 】

集合体 9 の外周面とケーシング 8 の内周面との間には、断熱材 10 が配設されている。断熱材 10 はセラミックファイバを含んで形成されたマット状物であり、その厚さは数 mm ~ 数十 mm である。断熱材 10 は熱膨張性を有していることがよい。ここでいう熱膨張性とは、弾性構造を有するため熱応力を解放する機能があることを指す。その理由は、集合体 9 の最外周部から熱が逃げることを防止することにより、再生時のエネルギーロスを最小限に抑えるためである。また、再生時の熱によってセラミックファイバを膨張させることにより、排気ガスの圧力や走行による振動等のもたらずセラミックフィルタ集合体 9 の位置ずれを防止するためである。

10

#### 【 0 0 2 2 】

本実施形態において用いられるセラミックフィルタ集合体 9 は、上記のごとくディーゼルパティキュレート除去するものであるため、一般にディーゼルパティキュレートフィルタ (DPF) と呼ばれる。図 2, 図 4 に示されるように、本実施形態の集合体 9 は、複数個のハニカムフィルタ F 1 を束ねて一体化することによって形成されている。集合体 9 の中心部分に位置するハニカムフィルタ F 1 は四角柱状であって、その外形寸法は 33 mm × 33 mm × 167 mm である (図 3 参照)。四角柱状のハニカムフィルタ F 1 の周囲には、四角柱状でない異型のハニカムフィルタ F 1 が複数個配置されている。その結果、全体としてみると円柱状のセラミックフィルタ集合体 9 (直径 135 mm 前後) が構成されている。

20

#### 【 0 0 2 3 】

これらのハニカムフィルタ F 1 は、セラミック焼結体の一種である多孔質炭化珪素焼結体製である。炭化珪素焼結体を採用した理由は、他のセラミックに比較して、とりわけ耐熱性及び熱伝導性に優れるという利点があるからである。炭化珪素以外の焼結体として、例えば窒化珪素、サイアロン、アルミナ、コーディエライト、ムライト等の焼結体を選択することもできる。

#### 【 0 0 2 4 】

図 3 等 に示されるように、これらのハニカムフィルタ F 1 は、ハニカム構造を備えている。ハニカム構造を採用した理由は、微粒子の捕集量が増加したときでも圧力損失が小さいという利点があるからである。各ハニカムフィルタ F 1 には、断面略正形状をなす複数の貫通孔 12 がその軸線方向に沿って規則的に形成されている。各貫通孔 12 は薄いセル壁 13 によって互いに仕切られている。セル壁 13 の外表面には、白金族元素 (例えば Pt 等) やその他の金属元素及びその酸化物等からなる酸化触媒が担持されている。各貫通孔 12 の開口部は、いずれか一方の端面 9a, 9b の側において封止体 14 (ここでは多孔質炭化珪素焼結体) により封止されている。従って、端面 9a, 9b 全体としてみると市松模様状を呈している。その結果、ハニカムフィルタ F 1 には、断面四角形状をした多数のセルが形成されている。セルの密度は 200 個 / インチ前後に設定され、セル壁 13 の厚さは 0.3 mm 前後に設定され、セルピッチは 1.8 mm 前後に設定されている。多数あるセルのうち、約半数のものは上流側端面 9a において開口し、残りのものは下流側端面 9b において開口している。

30

40

#### 【 0 0 2 5 】

ハニカムフィルタ F 1 の平均気孔径は 1 μm ~ 50 μm、さらには 5 μm ~ 20 μm であることが好ましい。平均気孔径が 1 μm 未満であると、微粒子の堆積によるハニカムフィルタ F 1 の目詰まりが著しくなる。一方、平均気孔径が 50 μm を越えると、細かい微粒子を捕集することができなくなるため、濾過能力が低下してしまう。

#### 【 0 0 2 6 】

ハニカムフィルタ F 1 の気孔率は 30 % ~ 70 %、さらには 40 % ~ 60 % であることが好ましい。気孔率が 30 % 未満であると、ハニカムフィルタ F 1 が緻密になりすぎてしまい、内部に排気ガスを流通させることができなくなるおそれがある。一方、気孔率が 70

50

%を越えると、ハニカムフィルタF 1中に空隙が多くなりすぎてしまうため、強度的に弱くなりかつ微粒子の捕集効率が低下してしまうおそれがある。

【0027】

図4, 図5に示されるように、合計16個のハニカムフィルタF 1は、外周面同士がセラミック質シール材層15を介して互いに接着されている。

ここで、本実施形態のセラミック質シール材層15について詳細に述べる。

【0028】

シール材層15の厚さは0.3mm~3mmであることが好ましく、さらには0.5mm~2mmであることがより好ましい。

厚さが3mmを超えるようになると、たとえ熱伝導率が高くてもシール材層15が依然として大きな熱抵抗となり、ハニカムフィルタF 1間の熱伝導が阻害されてしまう。しかも、集合体9においてハニカムフィルタF 1部分の占める割合が相対的に減るため、濾過能力の低下につながってしまう。逆に、シール材層15の厚さが0.3mm未満であると、大きな熱抵抗にはならない反面、ハニカムフィルタF 1同士を接着する力が不足してしまい、集合体9が破壊しやすくなる。

【0029】

前記シール材層15は、少なくとも無機繊維、無機バインダ、有機バインダ及び無機粒子からなり、かつ三次元的に交錯する前記無機繊維と無機粒子とを、前記無機バインダ及び有機バインダを介して互いに結合してなる弾性質素材からなることが望ましい。

【0030】

前記シール材層15に含まれる無機繊維としては、シリカ-アルミナファイバ、ムライトファイバ、アルミナファイバ及びシリカファイバから選ばれる少なくとも1種以上のセラミックファイバが挙げられる。これらのなかでも、特にシリカ-アルミナセラミックファイバを選択することが望ましい。シリカ-アルミナセラミックファイバは、弾性に優れるとともに熱応力を吸収する作用を示すからである。

【0031】

この場合、シール材層15におけるシリカ-アルミナセラミックファイバの含有量は、固形分で10重量%~70重量%、好ましくは10重量%~40重量%、より好ましくは20重量%~30重量%である。含有量が10重量%未満であると、弾性体としての効果が低下するからである。一方、含有量が70重量%を超えると、熱伝導率の低下を招くばかりでなく、弾力性も低下するからである。

【0032】

シリカ-アルミナセラミックファイバにおけるショット含有量は、1重量%~10重量%、好ましくは1重量%~5重量%、より好ましくは1重量%~3重量%である。ショット含有量を1重量%未満にすることは、製造上困難だからである。一方、ショット含有量が50重量%を超えると、ハニカムフィルタF 1の外周面が傷付いてしまうからである。

【0033】

シリカ-アルミナセラミックファイバの繊維長は、1mm~100mm、好ましくは1mm~50mm、より好ましくは1mm~20mmである。繊維長が1mm未満であると、弾性構造体を形成することができないからである。繊維長が100mmを超えると、繊維が毛玉化して無機微粒子の分散性が悪化するからである。また、シール材層15を3mm以下に薄くすることが困難になり、ハニカムフィルタF 1間の熱伝導性の改善を図れなくなるからである。

【0034】

前記シール材層15に含まれる無機バインダとしては、シリカゾル及びアルミナゾルから選ばれる少なくとも1種以上のコロイダルゾルが望ましい。そのなかでも、特にシリカゾルを選択することが望ましい。その理由は、シリカゾルは入手しやすく、焼成により容易にSiO<sub>2</sub>となるため、高温領域での接着剤として好適だからである。しかも、シリカゾルは絶縁性に優れているからである。

【0035】

この場合、シール材層 15 におけるシリカゾルの含有量は、固形分で 1 重量% ~ 30 重量%、好ましくは 1 重量% ~ 15 重量%、より好ましくは 5 重量% ~ 9 重量% である。含有量が 1 重量% 未満であると、接着強度の低下を招くからである。逆に、含有量が 30 重量% を超えると、熱伝導率の低下を招くからである。

#### 【0036】

前記シール材層 15 に含まれる有機バインダとしては親水性有機高分子が好ましく、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、エチルセルロース及びカルボメトキシセルロースから選ばれる少なくとも 1 種以上の多糖類がより好ましい。これらのなかでも、特にカルボキシメチルセルロースを選択することが望ましい。その理由は、カルボキシメチルセルロースは、シール材層 15 に好適な流動性を付与するため、常温領域において優れた接着性を示すからである。

10

#### 【0037】

この場合、シール材層 15 におけるカルボキシメチルセルロースの含有量は、固形分で 0.1 重量% ~ 5.0 重量%、好ましくは 0.2 重量% ~ 1.0 重量%、より好ましくは 0.4 重量% ~ 0.6 重量% である。含有量が 0.1 重量% 未満であると、十分にマイグレーションを抑制することができないからである。なお、「マイグレーション」とは、被シール体間に充填されたシール材層 15 が硬化する際に、シール材層 15 中のバインダが、溶媒の乾燥除去に伴って移動する現象のことをいう。一方、含有量が 5.0 重量% を超えると、高温によって有機バインダが焼失し、シール材層 15 の強度が低下するからである。

20

#### 【0038】

前記シール材層 15 に含まれる無機粒子としては、炭化珪素、窒化珪素及び窒化硼素から選ばれる少なくとも 1 種以上の無機粉末またはウイスキーを用いた弾性質素材であることが好ましい。このような炭化物や窒化物は、熱伝導率が非常に大きく、セラミックファイバ表面やコロイダルゾルの表面及び内部に介在して熱伝導性の向上に寄与するからである。

#### 【0039】

上記炭化物及び窒化物の無機粒子のなかでも、特に炭化珪素粉末を選択することが望ましい。その理由は、炭化珪素は熱伝導率が極めて高いことに加え、セラミックファイバと馴染みやすいという性質があるからである。しかも、本実施形態では、被シール体であるハニカムフィルタ F1 が同種のもの、即ち多孔質炭化珪素製だからである。

30

#### 【0040】

この場合、炭化珪素粉末の含有量は、固形分で 3 重量% ~ 80 重量%、好ましくは 10 重量% ~ 60 重量%、より好ましくは 20 重量% ~ 40 重量% である。含有量が 3 重量% 未満であると、シール材層 15 の熱伝導率の低下を招き、シール材層 15 が依然として大きな熱抵抗となるからである。一方、含有量が 80 重量% を超えると、高温時における接着強度の低下を招くからである。

#### 【0041】

炭化珪素粉末の粒径は、 $0.01\ \mu\text{m}$  ~  $100\ \mu\text{m}$ 、好ましくは  $0.1\ \mu\text{m}$  ~  $15\ \mu\text{m}$ 、より好ましくは  $0.1\ \mu\text{m}$  ~  $10\ \mu\text{m}$  である。粒径が  $100\ \mu\text{m}$  を超えると、接着力及び熱伝導性の低下を招くからである。一方、粒径が  $0.01\ \mu\text{m}$  未満であると、シール材層 15 のコスト高につながるからである。

40

#### 【0042】

ここでアール面 18 の曲率半径は  $R = 0.3 \sim 2.5\ \text{mm}$  であることが必要であり、さらには  $R = 0.7 \sim 2.5\ \text{mm}$  であることがよく、特には  $R = 1.0 \sim 2.0\ \text{mm}$  であることがなおよい。

#### 【0043】

前記曲率半径  $R$  が  $0.3\ \text{mm}$  以下であると、角部が依然として角張っていることから、角部への応力集中を十分に回避することができず、欠けやクラックの発生につながりやすいからである。逆に、 $R$  が  $2.5\ \text{mm}$  を超えると、ハニカムフィルタ F1 の断面積が減少

50

する結果、有効セル数が減ってしまい、集合体 9 の濾過能力の低下を招くからである。

【 0 0 4 4 】

次に、上記のセラミックフィルタ集合体 9 を製造する手順を説明する。

まず、押出成形工程で使用するセラミック原料スラリー、端面封止工程で使用する封止用ペースト、フィルタ接着工程で使用するシール材層形成用ペーストをあらかじめ作製しておく。

【 0 0 4 5 】

セラミック原料スラリーとしては、炭化珪素粉末に有機バインダ及び水を所定分量ずつ配合し、かつ混練したものをを用いる。封止用ペーストとしては、炭化珪素粉末に有機バインダ、潤滑剤、可塑剤及び水を配合し、かつ混練したものをを用いる。シール材層形成用ペーストとしては、無機繊維、無機バインダ、有機バインダ、無機粒子及び水を所定分量ずつ配合し、かつ混練したものをを用いる。

【 0 0 4 6 】

次に、前記セラミック原料スラリーを押出成形機に投入し、かつ金型を介してそれを連続的に押し出す。その後、押出成形されたハニカム成形体を等しい長さに切断し、四角柱状のハニカム成形体切断片を得る。ここでハニカム成形体切断の各角部に対して面取り加工を施し、所定曲率 R のアール面 1 8 を形成する。

【 0 0 4 7 】

さらに、切断片の各セルの片側開口部に所定量ずつ封止用ペーストを充填し、各切断片の両端面を封止する。

続いて、温度・時間等を所定の条件に設定して本焼成を行い、ハニカム成形体切断片及び封止体 1 4 を完全に焼結させる。このようにして得られる多孔質炭化珪素焼結体製のハニカムフィルタ F 1 は、この時点ではまだ全てのものが四角柱状である。各角部の面取り加工はこの時点で行われてもよい。

【 0 0 4 8 】

なお、平均気孔径を  $6 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$  としかつ気孔率を  $35\% \sim 50\%$  とするために、本実施形態では焼成温度を  $2100 \sim 2300$  に設定している。また、焼成時間を  $0.1$  時間  $\sim 5$  時間に設定している。また、焼成時の炉内雰囲気を不活性雰囲気とし、そのときの雰囲気の圧力を常圧としている。

【 0 0 4 9 】

次に、必要に応じてハニカムフィルタ F 1 の外周面にセラミック質からなる下地層を形成した後、さらにその上にシール材層形成用ペーストを塗布する。そして、このようなハニカムフィルタ F 1 を 1 6 個用い、その外周面同士を互いに接着して一体化する。

【 0 0 5 0 】

続く外形カット工程では、前記フィルタ接着工程を経て得られた断面正形状の集合体 9 を研削し、外周部における不要部分を除去してその外形を整える。その結果、断面円形状のセラミックフィルタ集合体 9 とする。

【 0 0 5 1 】

次に、上記のセラミックフィルタ集合体 9 による微粒子トラップ作用について簡単に説明する。

ケーシング 8 内に収容されたセラミックフィルタ集合体 9 には、上流側端面 9 a の側から排気ガスが供給される。第 1 排気管 6 を経て供給されてくる排気ガスは、まず、上流側端面 9 a において開口するセル内に流入する。次いで、この排気ガスはセル壁 1 3 を通過し、それに隣接しているセル、即ち下流側端面 9 b において開口するセルの内部に到る。そして、排気ガスは、同セルの開口を介してハニカムフィルタ F 1 の下流側端面 9 b から流出する。しかし、排気ガス中に含まれる微粒子はセル壁 1 3 を通過することができず、そこにトラップされてしまう。その結果、浄化された排気ガスがハニカムフィルタ F 1 の下流側端面 9 b から排出される。浄化された排気ガスは、さらに第 2 排気管 7 を通過した後、最終的には大気中へと放出される。また、トラップされた微粒子は、集合体 9 の内部温度が所定の温度に達すると、前記触媒の作用により着火して燃焼するようになっている。

## 【 0 0 5 2 】

## 【実施例】

## (実施例 1)

( 1 ) 型炭化珪素粉末 5 1 . 5 重量 % と 型炭化珪素粉末 2 2 重量 % とを湿式混合し、得られた混合物に有機バインダ ( メチルセルロース ) と水とをそれぞれ 6 . 5 重量 % 、 2 0 重量 % ずつ加えて混練した。次に、前記混練物に可塑剤と潤滑剤とを少量加えてさらに混練したものを押出成形することにより、ハニカム状の生成形体を得た。

## 【 0 0 5 3 】

( 2 ) 次に、この生成形体をマイクロ波乾燥機を用いて乾燥した後、各角部を削ることで面取りを施し、各角部に曲率半径  $R = 1 . 5 \text{ mm}$  のアール面 1 8 を形成した。その後、成形体の貫通孔 1 2 を多孔質炭化珪素焼結体製の封止用ペーストによって封止した。次いで、再び乾燥機を用いて封止用ペーストを乾燥させた。端面封止工程に続いて、この乾燥体を 4 0 0 で脱脂した後、さらにそれを常圧のアルゴン雰囲気下において 2 2 0 0 で約 3 時間焼成した。その結果、多孔質炭化珪素焼結体製のハニカムフィルタ F 1 を得た。

## 【 0 0 5 4 】

( 3 ) セラミックファイバ ( アルミナシリケートセラミックファイバ、ショット含有率 3 % 、繊維長さ 0 . 1 mm ~ 1 0 0 mm ) 2 3 . 3 重量 % 、平均粒径 0 . 3  $\mu\text{m}$  の炭化珪素粉末 3 0 . 2 重量 % 、無機バインダとしてのシリカゾル ( ゾルの  $\text{SiO}_2$  の換算量は 3 0 % ) 7 重量 % 、有機バインダとしてのカルボキシメチルセルロース 0 . 5 重量 % 及び水 3 9 重量 % を混合・混練した。この混練物を適当な粘度に調整することにより、シール材層 1 5 の形成に使用されるペーストを作製した。

## 【 0 0 5 5 】

( 4 ) 次に、ハニカムフィルタ F 1 の外周面に前記シール材層形成用ペーストを均一に塗布するとともに、ハニカムフィルタ F 1 の外周面同士を互いに密着させた状態で、5 0 ~ 1 0 0  $\times$  1 時間の条件にて乾燥・硬化させる。その結果、ハニカムフィルタ F 1 同士をシール材層 1 5 を介して接着する。ここではシール材層 1 5 の厚さを 1 . 0 mm に設定した。

## 【 0 0 5 6 】

( 5 ) 次に、外形カットを実施して外形を整えることにより、断面円形状のセラミックフィルタ集合体 9 を完成させた。

次に、上記のようにして得られた集合体 9 に断熱材 1 0 を巻き付け、この状態で集合体 9 をケーシング 8 内に収容し、実際に排気ガスを供給した。そして、一定期間経過した後に集合体 9 を取り出して肉眼観察を行った。

## 【 0 0 5 7 】

その結果、各角部を起点としたシール材層 1 5 のクラックは全く認められなかった。また、角部の欠けも全く認められなかった。従って、実施例 1 の集合体 9 は、極めて強度に優れていることが明らかとなった。

## (実施例 2 , 3 )

実施例 2 では、アール面 1 8 の曲率半径を  $R = 0 . 4 \text{ mm}$  に設定し、それ以外の事項については基本的に実施例 1 に順ずるようにして、セラミックフィルタ集合体 9 を作製した。実施例 3 では、アール面 1 8 の曲率半径を  $R = 2 . 4 \text{ mm}$  に設定し、それ以外の事項については基本的に実施例 1 に順ずるようにして、セラミックフィルタ集合体 9 を作製した。

## 【 0 0 5 8 】

次に、得られた 2 種の集合体 9 を、実施例 1 のときと同様に一定期間使用し、その後で肉眼観察を行ったところ、実施例 1 に匹敵する好適な結果が得られた。つまり、実施例 2 , 3 の集合体 9 も、極めて強度に優れていることが明らかとなった。

## (実施例 4 )

実施例 4 では、セラミックファイバ ( ムライトファイバ、ショット含有率 5 重量 % 、繊維長さ 0 . 1 mm ~ 1 0 0 mm ) 2 5 重量 % 、平均粒径 1 . 0  $\mu\text{m}$  の窒化珪素粉末 3 0 重量

10

20

30

40

50

%、無機バインダとしてのアルミナゾル（アルミナゾルの換算量は20%）7重量%、有機バインダとしてのポリビニルアルコール0.5重量%及びアルコール37.5重量%を混合・混練したものを、前記シール材層形成用ペーストとして使用した。それ以外の事項については実施例1に順ずるようにして、セラミックフィルタ集合体9を作製した。ここではシール材層15の厚さを1.0mmに設定し、各角部のアール面18の曲率半径を $R = 1.5\text{ mm}$ に設定した。

#### 【0059】

次に、得られた集合体9を、実施例1のときと同様に一定期間使用し、その後で肉眼観察を行ったところ、実施例1に匹敵する好適な結果が得られた。つまり、実施例4の集合体9も、極めて強度に優れていることが明らかとなった。

10

#### （実施例5）

実施例5は、セラミックファイバ（アルミナファイバ、ショット含有率4重量%、繊維長さ0.1mm～100mm）23重量%、平均粒径1 $\mu\text{m}$ の窒化硼素粉末35重量%、無機バインダとしてのアルミナゾル（アルミナゾルの換算量は20%）8重量%、有機バインダとしてのエチルセルロース0.5重量%及びアセトン35.5重量%を混合・混練したものを、前記シール材層形成用ペーストとして使用した。それ以外の事項については実施例1に順ずるようにして、セラミックフィルタ集合体9を作製した。ここではシール材層15の厚さを1.0mmに設定し、各角部のアール面18の曲率半径を $R = 1.5\text{ mm}$ に設定した。

#### 【0060】

20

次に、得られた集合体9を、実施例1のときと同様に一定期間使用し、その後で肉眼観察を行ったところ、実施例1に匹敵する好適な結果が得られた。

#### （比較例）

比較例では、各角部に対する面取り加工を施さないようにし、それ以外の事項については基本的に実施例1に順ずるようにして、セラミックフィルタ集合体9を作製した。従って、集合体9を構成する各ハニカムフィルタF1は、角張ったものであった。

#### 【0061】

次に、得られた集合体9を、実施例1のときと同様に一定期間使用し、その後で肉眼観察を行ったところ、応力の集中によって複数箇所にクラックや欠けが生じていた。従って、強度に劣るものとなっていた。

30

#### 【0062】

従って、本実施形態の各実施例によれば以下のような効果を得ることができる。

（1）各実施例では、ハニカムフィルタF1の外周面における角部が好適曲率範囲のアール面18になっていることから、当該角部への応力集中を回避することができる。従って、ハニカムフィルタF1の角部の欠けや、角部を起点としたシール材層15のクラックが防止され、セラミックフィルタ集合体9が破壊しにくくなる。よって、強度に優れた集合体9を実現することが可能となり、これを用いた排気ガス浄化装置1は高強度かつ高濾過能力であって実用性に優れたものとなる。

#### 【0063】

（2）各実施例では、多孔質体炭化珪素焼結体からなるハニカムフィルタ1を用いてる。従って、濾過能力が高くかつ圧力損失が小さくて、しかも耐熱性及び熱伝導性に優れた集合体9とすることができる。

40

#### 【0064】

（3）各実施例では、いずれもシール材層15の厚さを0.3mm～3mmという好適範囲内に設定している。このため、シール材層15が介在しているにもかかわらず、ハニカムフィルタF1間の熱伝導は阻害されにくくなる。従って、使用時において熱が集合体9の全体に均一にかつ速やかに伝導し、集合体9内に温度差が生じにくくなる。よって、集合体9の均熱性が向上し、部分的な燃え残りの発生も回避される。そして、このような集合体9を使用した排気ガス浄化装置1は、排気ガスの処理効率に優れたものとなる。

#### 【0065】

50

また、シール材層 15 の厚さが上記範囲内であるならば、接着性や耐熱性等といった基本性能も維持されるため、シール材層 15 の製造が困難になることも回避できる。しかも、ハニカムフィルタ F 1 同士を接着する力も備えているため、集合体 9 の破壊も回避できる。つまり、比較的製造しやすく、耐久性に優れた集合体 9 を実現することができる。

【0066】

なお、本発明の実施形態は以下のように変更してもよい。

・ ハニカムフィルタ F 1 の組み合わせ数は、前記実施形態のように 16 個でなくてもよく、任意の数にすることが可能である。この場合、サイズ・形状等の異なるハニカムフィルタ F 1 を適宜組み合わせ使用することも勿論可能である。

【0067】

・ 図 6 に示される別例のセラミックフィルタ集合体 21 のように、フィルタ軸線方向に直交する方向に沿って各ハニカムフィルタ F 1 をあらかじめ互いにずらした状態にして、各ハニカムフィルタ F 1 を接着しかつ一体化してもよい。このようにした場合には、ケーシング 8 への収容時にハニカムフィルタ F 1 にずれが生じにくくなるため、集合体 21 の破壊強度が向上する。前記実施形態とは異なり、別例ではシール材層 15 が十字状に交わる箇所ができず、このことが破壊強度の向上に寄与しているものと考えられる。また、集合体 21 の径方向に沿った熱伝導性がさらに向上する結果、集合体 21 のよりいっそうの均熱化が図られる。

【0068】

・ アール面 18 は角部に対する面取り加工により形成されてもよいほか、生成形体を金型成形する際に同時に形成されてもよい。

・ 外形カット工程前におけるハニカムフィルタ F 1 の形状は、実施形態のような断面正形状の四角柱のみに限定されることはない。例えば、図 7 に示される別例のハニカムフィルタ F 2 のような断面長形状の四角柱でもよい。さらには、図 8 に示される別例のハニカムフィルタ F 3 のように三角柱状にしたり、図 9 に示される別例のハニカムフィルタ F 4 のように六角柱状にしても構わない。

【0069】

・ 実施形態においては、本発明のセラミックフィルタ集合体を、ディーゼルエンジン 2 に取り付けられる排気ガス浄化装置用フィルタとして具体化していた。勿論、本発明のセラミックフィルタ集合体は、排気ガス浄化装置用フィルタ以外のものとして具体化されることができ、例えば熱交換器用部材、高温流体や高温蒸気のための濾過フィルタ等として具体化されることができる。

【0070】

次に、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施形態によって把握される技術的思想を以下に列挙する。

(1) 請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つにおいて、前記集合体はディーゼルパーティキュレートフィルタであること。

【0071】

(2) 請求項 1 乃至 3、技術的思想 1、2 のいずれか 1 つにおいて、前記シール材層は、少なくとも無機繊維、無機バインダ、有機バインダ及び無機粒子からなり、かつ三次元的に交錯する前記無機繊維と無機粒子とを、前記無機バインダ及び有機バインダを介して互いに結合してなる弾性質素材からなること。

【0072】

(3) 請求項 1 乃至 3、技術的思想 1、2 のいずれか 1 つにおいて、前記シール材層は、固形分で 10 重量%～70 重量%のシリカ-アルミナセラミックファイバ、1 重量%～30 重量%のシリカゾル、0.1 重量%～5.0 重量%のカルボメトキシセルロース及び 3 重量%～80 重量%の炭化珪素粉末からなること。

【0073】

(4) 請求項 1 乃至 3、技術的思想 1 乃至 3 のいずれか 1 つにおいて、前記シール材層の厚さは 0.3 mm～3 mm であること。従って、この技術的思想 4 に記載の発明によれ

10

20

30

40

50

ば、十分な接着力を確保できるとともに、ハニカムフィルタ間での熱伝導が阻害されにくくなる。シール材層の厚さが3 mmを超えるようになると、たとえ熱伝導率が高くてもシール材層が依然として大きな熱抵抗となり、ハニカムフィルタ間の熱伝導が阻害されてしまう。逆に、シール材層の厚さが0.3 mm未満であると、大きな熱抵抗にはならない反面、ハニカムフィルタ同士を接着する力が不足してしまい、集合体が破壊しやすくなる。

【0074】

(5) 内燃機関の排気管の途上に設けられたケーシング内に、セラミック焼結体からなる複数のハニカムフィルタの外周面同士をセラミック質シール材層を介して接着することにより前記各ハニカムフィルタを一体化してなるセラミックフィルタ集合体を収容するとともに、その集合体の外周面と前記ケーシングの内周面とがなす隙間に断熱材を充填した排気ガス浄化装置において、各ハニカムフィルタの外周面における角部は面取りが施されたアール面となっており、そのアール面の曲率半径が $R = 0.3 \sim 2.5 \text{ mm}$ であることを特徴とする排気ガス浄化装置。従って、この技術的思想5に記載の発明によれば、高強度かつ高濾過能力であって実用性に優れた装置を提供することができる。

10

【0075】

【発明の効果】

以上詳述したように、請求項1～3に記載の発明によれば、強度に優れたセラミックフィルタ集合体を提供することができる。

【0076】

請求項2に記載の発明によれば、濾過能力が高くかつ圧力損失が小さく、耐熱性及び熱伝導性に優れた集合体とすることができる。

20

請求項3に記載の発明によれば、強度のさらなる向上及び集合体の均熱性向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化した一実施形態の排気ガス浄化装置の全体概略図。

【図2】実施形態のセラミックフィルタ集合体の斜視図。

【図3】実施形態のハニカムフィルタの斜視図。

【図4】前記排気ガス浄化装置の要部拡大断面図。

【図5】前記セラミックフィルタ集合体の要部拡大断面図。

【図6】別例のセラミックフィルタ集合体の要部拡大断面図。

30

【図7】別例のハニカムフィルタの斜視図。

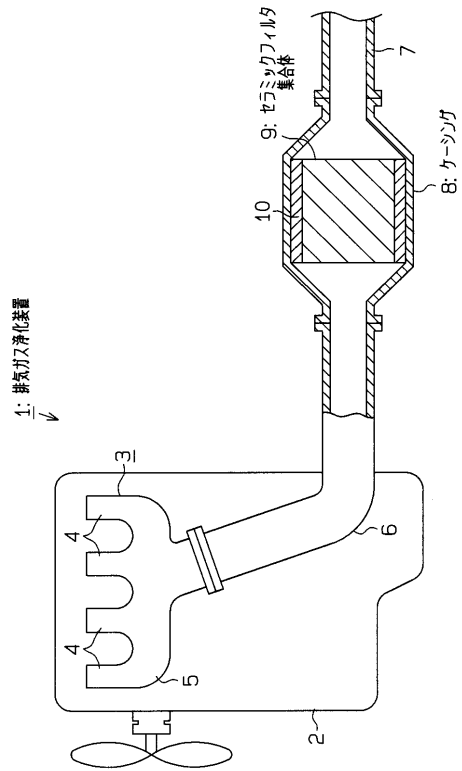
【図8】別例のハニカムフィルタの斜視図。

【図9】別例のハニカムフィルタの斜視図。

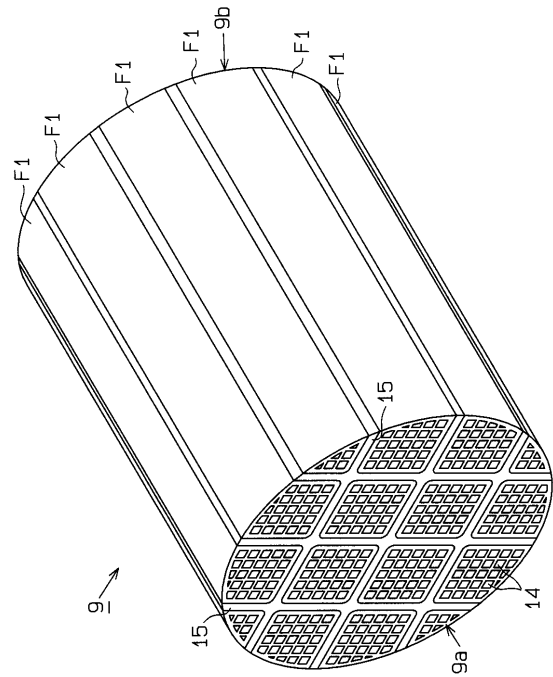
【符号の説明】

9, 21...セラミックフィルタ集合体、15...セラミック質シール材層、18...アール面、F1, F2, F3, F4...ハニカムフィルタ。

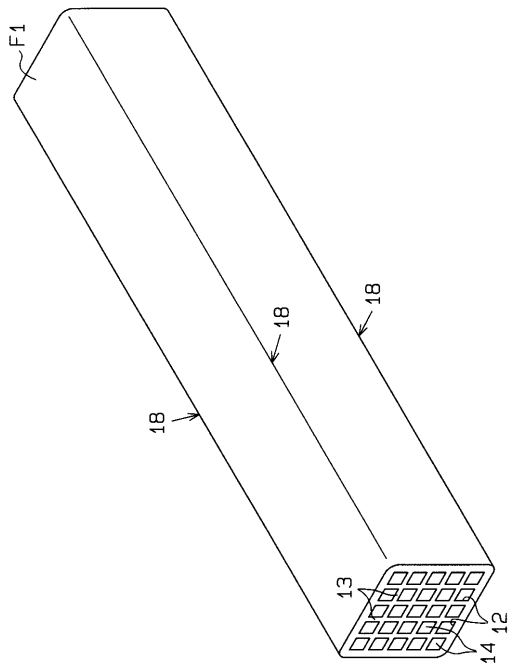
【図 1】



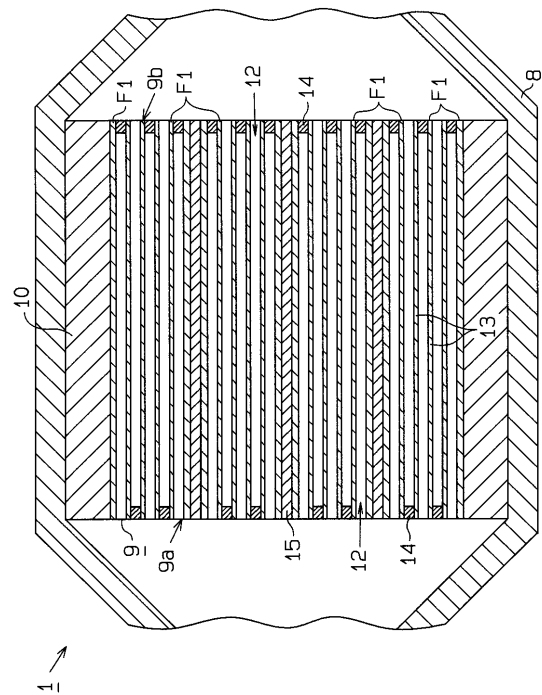
【図 2】



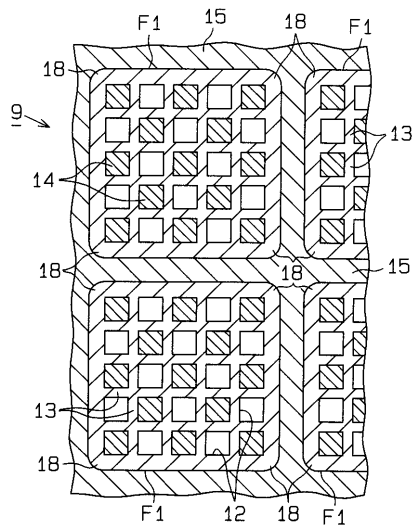
【図 3】



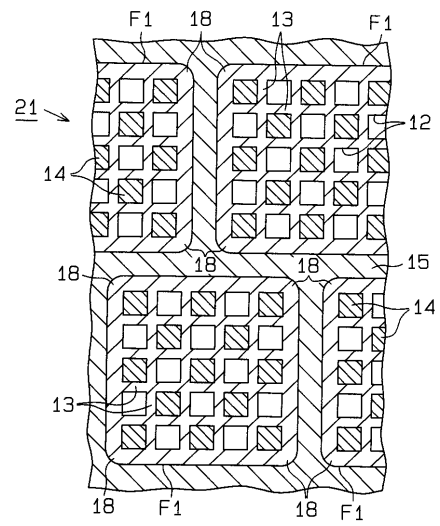
【図 4】



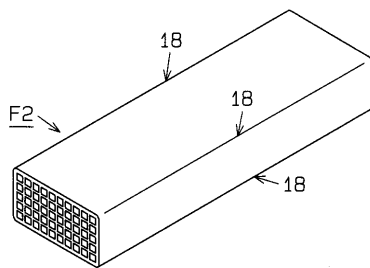
【図 5】



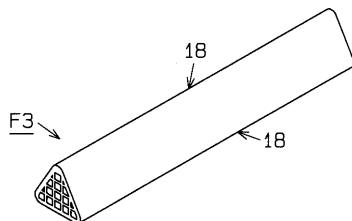
【図 6】



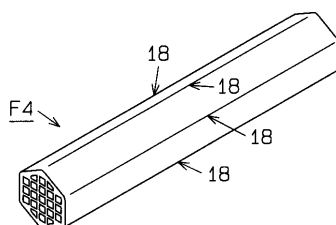
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

審査官 井上 雅博

(56)参考文献 特開平 0 8 - 0 2 8 2 4 6 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 2 7 1 8 0 6 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 2 3 4 5 5 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B01D 39/20

B01D 46/00-46/54

B01J 21/00-38/74