(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4167814号
(P4167814)

(45)発行日　平成20年10月22日(2008.10.22)　(24)登録日　平成20年8月8日(2008.8.8)

(51)Int.Cl.		F I		
B01D 39/20	(2006.01)	B01D	39/20	D
B01D 46/24	(2006.01)	B01D	46/24	B
F01N 3/02	(2006.01)	F01N	3/02	301B

請求項の数 6　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2001-82732(P2001-82732)
(22)出願日　平成13年3月22日(2001.3.22)
(65)公開番号　特開2002-273137(P2002-273137A)
(43)公開日　平成14年9月24日(2002.9.24)
審査請求日　平成17年4月8日(2005.4.8)

(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　100068755
弁理士　恩田　博宣
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(72)発明者　古田　孝裕
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

審査官　富永　正史

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】

多孔質セラミック焼結体からなる複数のフィルタの外周面同士をセラミック質からなる第１層を介して接着した構造物の外周面に塗布されたセラミック質からなる第２層が形成されたセラミックフィルタ集合体であって、前記第２層の熱伝導率が前記第１層の熱伝導率よりも小さいことを特徴とするセラミックフィルタ集合体。

【請求項２】

前記第１層の熱伝導率に対する前記第２層の熱伝導率の比は、０．１～０．８であ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】

前記第１層の熱伝導率は０．１Ｗ／ｍ・Ｋ～１０Ｗ／ｍ・Ｋであり、前記第２層の熱伝導率は０．０１Ｗ／ｍ・Ｋ～８Ｗ／ｍ・Ｋであ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４】

前記第２層は前記第１層よりも厚くなるように形成されていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のセラミックフィルタ集合体。

【請求項５】

前記第１層及び前記第２層は、ともに組成中にセラミックファイバを含有するとともに、前記第２層におけるファイバ含有量は前記第１層におけるファイバ含有量よりも多いことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載のセラミックフィルタ集合体。

【請求項６】
多孔質炭化珪素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からなる第１層を介して接着した構造物の外側部分をカットすることにより全体として断面略円形状または断面略楕円形状に成形し、前記外形カットにより生じた外周面に塗布されたセラミック質からなる第２層が形成されているセラミックフィルタ集合体であって、前記第２層の熱伝導率が前記第１層の熱伝導率よりも小さいことを特徴とする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２０世紀以降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。
【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。
【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１ｍｍ～３ｍｍ厚の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した構造物を作製する。そして、かかる接着構造物の外周面に同じセラミック材料を用いてセラミック層を形成する。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。
【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】
ところで、従来技術ではシール材層と同一のセラミックペーストを流用して、フィルタ接着構造物の外周面のセラミック層を形成していた。
【０００９】
しかしながら、前記シール材層の形成に用いられるセラミック質材料は、基本的に、フィルタ同士の接着及び接着されたフィルタ間の熱抵抗の低減を目的とした組成となっている。従って、断熱を目的とする（即ち熱抵抗の増大を目的とする）フィルタ接着構造物の外周面のセラミック層に、前記シール材層形成用のセラミック質材料をそのまま適用することには、元来無理がある。ゆえに、従来技術においては、フィルタ接着構造物の外周面から外部に熱が脱げやすく、効率のよい再生を行うことができなかった。
【００１０】
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、フィルタ接着構造物の外周面から外部に熱が脱げにくく、効率のよい再生を行うことが可能なセラミックフィルタ集合体を提供することにある。
【００１１】
【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、多孔質セラミック焼結体からなる複数のフィルタの外周面同士をセラミック質からなる第１層を介して接着した構造物の外周面に塗布されたセラミック質からなる第２層が形成されたセラミックフィルタ集合体であって、前記第２層の熱伝導率が前記第１層の熱伝導率よりも小さい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。
【００１２】
請求項２に記載の発明は、請求項１において、前記第１層の熱伝導率に対する前記第２層の熱伝導率の比は、０．１～０．８であるとした。
請求項３に記載の発明は、請求項１において、前記第１層の熱伝導率は０．１Ｗ／ｍ・Ｋ～１０Ｗ／ｍ・Ｋであり、前記第２層の熱伝導率は０．０１Ｗ／ｍ・Ｋ～８Ｗ／ｍ・Ｋであるとした。
【００１３】
請求項４に記載の発明は、請求項１乃至３のいずれか１項において、前記第２層は前記第１層よりも厚くなるように形成されているとした。
請求項５に記載の発明は、請求項１乃至４のいずれか１項において、前記第１層及び前記第２層は、ともに組成中にセラミックファイバを含有するとともに、前記第２層におけるファイバ含有量は前記第１層におけるファイバ含有量よりも多いとした。
【００１４】
請求項６に記載の発明は、多孔質炭化珪素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からなる第１層を介して接着した構造物の外側部分をカットすることにより全体として断面略円形状または断面略楕円形状に成形し、前記外形カットにより生じた外周面に塗布されたセラミック質からなる第２層が形成されているセラミックフィルタ集合体であって、前記第２層の熱伝導率が前記第１層の熱伝導率よりも小さい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。
【００１６】
以下、本発明の「作用」について説明する。
請求項１，６に記載の発明によると、フィルタ接着構造物の外周面に形成された第２層の熱伝導率のほうが、複数のフィルタの外周面同士を接着する第１層の熱伝導率よりも小さくなっている。つまり、第２層のほうが第1層に比べて相対的に熱抵抗が大きいことになる。ゆえに、従来のものに比べて、フィルタ接着構造物の外周面から外部に熱が脱げにくい構造となる。
【００１７】

請求項２に記載の発明によると、第１層の熱伝導率に対する第２層の熱伝導率の比を上記好適範囲内にて設定することにより、第２層に必要とされる性能が確実に保持されるとともに、セラミックフィルタ集合体の製造困難化も防止される。

【００１８】

前記比が０．１未満であると、熱抵抗の増大という観点からは好ましい反面、第２層の接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがあり、これを防止しようとすると事実上製造が困難になる。逆に、前記比が０．８を超えると、十分な熱抵抗の増大が図られず、第１層と同程度の熱伝導率となってしまう。

【００１９】

請求項３に記載の発明によると、第１層及び第２層の熱伝導率を上記好適範囲内にて設定することにより、第１層及び第２層に必要とされる性能が確実に保持されるとともに、セラミックフィルタ集合体の製造困難化も防止される。

【００２０】

第１層の熱伝導率が０．１Ｗ／ｍ・Ｋ未満であると、第１層が依然として大きな熱抵抗となり、フィルタ間の熱伝導が阻害されてしまう。逆に、１０Ｗ／ｍ・Ｋを超える熱伝導率のものを得ようとすると、接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがあり、これを防止しようとすると事実上製造が困難になる。

【００２１】

第２層の熱伝導率が０．０１Ｗ／ｍ・Ｋ未満であると、熱抵抗の増大という観点からは好ましい反面、第２層の接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがあり、これを防止しようとすると事実上製造が困難になる。逆に、８Ｗ／ｍ・Ｋを超える熱伝導率のものを得ようとした場合も、接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがあり、事実上製造が困難になる。

【００２２】

請求項４に記載の発明によると、第２層は第１層よりも厚くなるように形成されているため、熱の伝わる距離が長くなり、フィルタ接着構造物の外周面から外部に熱がよりいっそう脱げにくい構造となる。また、例えばフィルタ接着構造物の外周面に何らかの凹凸があるような場合には、その凹凸も第２層により埋められる。そして、このように凹凸が解消される結果、シール性が向上する。

【００２３】

請求項５に記載の発明によると、第１層及び第２層はともに組成中にセラミックファイバを含有しているため、両層とも耐熱性に優れている。また、第２層におけるファイバ含有量は第１層におけるファイバ含有量よりも多いため、第２層のほうが相対的に熱抵抗が大きく、熱が伝わりにくくなっている。

【００２４】

【発明の実施の形態】

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４に基づき詳細に説明する。

【００２５】

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。

【００２６】

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。

【００２７】

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の内部領域に比べて広くなっている。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。

【００２８】

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す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。

【００２９】

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を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３に示されるように、本実施形態の集合体９は、複数個のフィルタＦ１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フィルタＦ１は四角柱状であって、その外形寸法は３３ｍｍ×３３ｍｍ×１６７ｍｍである。四角柱状のフィルタＦ１の周囲には、四角柱状でない異型のフィルタＦ１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１３５ｍｍ前後）が構成されている。

【００３０】

これらのフィルタＦ１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。

【００３１】

図３等に示されるように、これらのフィルタＦ１は、いわゆるハニカム構造体である。ハニカム構造体を採用した理由は、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。各フィルタＦ１には、断面略正方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、フィルタＦ１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０．３ｍｍ前後に設定され、セルピッチは１．８ｍｍ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。

【００３２】

フィルタＦ１の平均気孔径は１μｍ～５０μｍ、さらには５μｍ～２０μｍであることが好ましい。平均気孔径が１μｍ未満であると、微粒子の堆積によるフィルタＦ１の目詰まりが著しくなる。一方、平均気孔径が５０μｍ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、捕集効率が低下してしまう。

【００３３】

フィルタＦ１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、フィルタＦ１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％を越えると、フィルタＦ１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。

【００３４】

図２，図３に示されるように、合計１６個のフィルタＦ１は、外周面同士がセラミック質からなる第１層１５を介して互いに接着されている。また、セラミックフィルタ集合体９の外周面９ｃには、セラミック質からなる第２層１６が形成されている。

【００３５】

第１層１５及び第２層１６は、ともに組成中に無機繊維、具体的にはセラミックファイバを含有している。セラミックファイバを選択した理由は、セラミックファイバは耐熱性に優れているため、第１層１５及び第２層１６に好適な耐熱性が付与されるからである。前記セラミックファイバとしては、例えば、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種以上のものが挙げられる。これらのなかでも、特にシリカ－アルミナファイバを選択することが望ましい。シリカ－アルミナファイバは、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。なお、第１層１５及び第２層１６は同種のセラミックファイバを用いて形成されていることが好ましい。即ち、同種のセラミックファイバを用いた場合、第１層１５と第２層１６との境界部分の接合強度が向上するからである。

【００３６】

第２層１６におけるファイバ含有量は第１層１５におけるファイバ含有量よりも多いことがよい。このようにすることにより、相対的に第２層１６の熱抵抗を大きくすることができ、熱が伝わりにくくなるからである。具体的には、第２層１６におけるファイバ含有量は固形分で２０重量％～９０重量％、第１層１５におけるファイバ含有量は固形分で１０重量％～４０重量％であることがよい。

【００３７】

なお、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、フィルタＦ１の外周面が傷付いてしまうからである。

【００３８】

セラミックファイバの繊維長は、１０μｍ～３０００μｍ、好ましくは１０μｍ～１５００μｍ、より好ましくは１０μｍ～５００μｍである。繊維長が１０μｍ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３０００μｍを超えると、繊維が毛玉のようになって分散性が悪化するからである。

【００３９】

第１層１５及び第２層１６は、上記無機繊維のほかに、無機バインダ及び有機バインダのうちから選択される少なくとも１つを含んでいる。

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_2となるため、高温に晒されるフィルタＦ１用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。この場合、コロイダルゾルの含有量は、固形分で１重量％～４０重量％に設定されることがよい。

【００４０】

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、好適な流動性を付与に寄与するため、常温領域において優れた接着性を示すからである。

【００４１】

第１層１５及び第２層１６は、さらに無機粒子を含んでいてもよい。

第１層１５に好適な無機粒子としては、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ィスカーを用いた弾性質素材がある。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。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。

【００４２】

第１層１５における無機粒子の含有量は、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、第１層１５の熱伝導率の低下を招くからである。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。

【００４３】

第１層１５における無機粒子の粒径は、０．０１μｍ～１００μｍ、好ましくは０．１μｍ ～１５μｍ、より好ましくは０．１μｍ～１０μｍである。粒径が１００μｍ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。逆に、粒径が０．０１μｍ未満であると、シール材のコスト高につながるからである。

【００４４】

一方、第２層１６における無機粒子の含有量は、第１層１５における無機粒子の含有量よりも少なめに設定されることがよく、具体的には固形分で０重量％～２．９重量％程度含まれていることが好ましい。即ち、無機粒子は第２層１６中に必ずしも含まれていなくてもよい。炭化珪素粉末等のような無機粒子の含有量が多くなると、耐熱性向上の観点からは好ましい反面、熱伝導率の低減といった観点からは不利だからである。

【００４５】

本実施形態においては、フィルタ接着構造物の外周面から外部に熱が脱げにくい構造とするために、第２層１６の熱伝導率が第１層１５の熱伝導率よりも小さくなるように設定されている。

【００４６】

第１層１５の熱伝導率に対する第２層１６の熱伝導率の比は、０．１～０．８であることがよく、好ましくは０．２～０．７であることがよい。前記比が０．１未満であると、第２層１６の熱抵抗の増大という観点からは好ましい反面、第２層１６の接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがある。ゆえに、これを防止しようとすると、事実上製造が困難になる。逆に、前記比が０．８を超えると、第２層１６の十分な熱抵抗の増大が図られず、第１層１５と同程度の熱伝導率となってしまう。

【００４７】

より具体的にいうと、第１層１５の熱伝導率は０．１Ｗ／ｍ・Ｋ～１０Ｗ／ｍ・Ｋであることがよく、第２層１６の熱伝導率は０．０１Ｗ／ｍ・Ｋ～８Ｗ／ｍ・Ｋであることがよい。

【００４８】

第１層１５の熱伝導率が０．１Ｗ／ｍ・Ｋ未満であると、第１層１５が依然として大きな熱抵抗となり、フィルタＦ１間の熱伝導が阻害されてしまう。逆に、１０Ｗ／ｍ・Ｋを超える熱伝導率のものを得ようとすると、接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがある。そして、これを防止しようとすると、材料や配合条件の自由度が小さくなり、事実上製造が困難になる。

【００４９】
第２層１６の熱伝導率が０．０１Ｗ／ｍ・Ｋ未満であると、熱抵抗の増大という観点からは好ましい反面、第２層１６の接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがある。そして、これを防止しようとすると、材料や配合条件の自由度が小さくなり、事実上製造が困難になる。逆に、８Ｗ／ｍ・Ｋを超える熱伝導率のものを得ようとした場合も、接着性や耐熱性等といった性能が損なわれるおそれがあり、事実上製造が困難になる。
【００５０】
第２層１６は第１層１５よりも厚くなるように形成されていることがよい。
このようにすると、第２層１６については熱の伝わる距離が第１層１５よりも長くなり、フィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃから外部に熱がよりいっそう脱げにくい構造となるからである。また、フィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃに凹凸１７があるような場合には、その凹凸１７も第２層１６により埋めることができるからである。そして、このように凹凸１７が解消される結果、シール性が向上するからである。
【００５１】
具体的にいうと、第２層１６の厚さは０．１ｍｍ～１０ｍｍであることがよく、さらには０．３ｍｍ～５ｍｍであることがよく、特には０．５ｍｍ～２ｍｍであることがよい。第２層１６が薄すぎると、熱の伝わる距離を十分大きく確保することができなくなることに加え、外周面９ｃにある凹凸１７を完全に埋めることができず、依然としてそこに隙間が残りやすくなるからである。逆に、第２層１６を１０ｍｍを超えて厚くしようとすると、均一な層の形成が困難になったり、集合体９全体が大径化したりするおそれがあるからである。
【００５２】
第１層１５の厚さは０．１ｍｍ～３ｍｍであることがよく、さらには０．３ｍｍ～１ｍｍであることがよい。第１層１５を第２層１６よりも薄くなるように形成しておくことにより、集合体９の濾過能力及び熱伝導性の低下が未然に防止されるからである。
【００５３】
次に、上記のセラミックフィルタ集合体９を製造する手順を図４に基づいて説明する。
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第１層形成用ペースト、凹凸解消工程で使用する第２層形成用ペーストをあらかじめ作製しておく。
【００５４】
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用いる。第１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用いる。第２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用いる。なお、上述したように第２層形成用ペーストにおいて無機粒子は省略されてもよい。
【００５５】
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。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。
【００５６】
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１４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フィルタＦ１は、この時点ではまだ全てが四角柱状である。
【００５７】
なお、平均気孔径を６μｍ～１５μｍとしかつ気孔率を３５％～５０％とするために、本実施形態では焼成温度を２１００℃～２３００℃に設定している。また、焼成時間を０．

１時間～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。

【００５８】

次に、必要に応じてフィルタＦ１の外周面にセラミック質からなる下地層を形成した後、さらにその上に第１層形成用ペーストを塗布する。そして、このようなフィルタＦ１を１６個用い、その外周面同士を互いに接着して一体化する。この時点では、図４（ａ）に示されるように、フィルタ接着構造物Ｍは全体として断面正方形状を呈している。

【００５９】

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方形状のフィルタ接着構造物Ｍ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、図４（ｂ）に示されるように、断面円形状のフィルタ接着構造物Ｍが得られる。なお、外形カットによって新たに露出した面においては、セル壁１３が部分的に剥き出しになり、結果として外周面９ｃに凹凸１７ができる。本実施形態においてできる凹凸１７は、０．５ｍｍ～１ｍｍ程度のものであって、フィルタ接着構造物Ｍの軸線方向（即ちフィルタＦ１の長手方向）に沿って延びる突条と溝とからなる。

【００６０】

続く凹凸解消工程では、第２層形成用ペーストをフィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃの上に均一に塗布し、第２層１６を形成する。そして、以上の結果、図４（ｃ）に示されるセラミックフィルタ集合体９が完成する。

【００６１】

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９ａ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９ａ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１３を通過し、それに隣接しているセル、即ち下流側端面９ｂ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フィルタＦ１の下流側端面９ｂ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１３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フィルタＦ１の下流側端面９ｂ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。ある程度微粒子が溜まってきたら、図示しないヒータをオンして集合体９を加熱し、微粒子を燃焼除去させる。その結果、集合体９が再生され、再び微粒子の捕捉が可能な状態になる。

【００６２】

次に、本実施形態を具体化したいくつかの実施例及びそれらに対する比較例を紹介する。

【００６３】

【実施例及び比較例】

（実施例１）

（１）α型炭化珪素粉末５１．５重量％とβ型炭化珪素粉末２２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％、２０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。

【００６４】

（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、成形体の貫通孔１２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４００℃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２２００℃で約３時間焼成した。その結果、多孔質でハニカム状の炭化珪素製フィルタＦ１を得た。

【００６５】

（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１０μｍ～３０００μｍ）２３．３重量％、平均粒径０．３μｍの炭化珪素粉末３０．２重量％、無機バインダとしてのシリカゾル（ゾルのSiO_2の換算量は３０％）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３９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、第１層１５の形成に使用されるペーストを作製した。

【００６６】

また、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０．１ｍｍ～１００ｍｍ）５３．３重量％、平均粒径０．３μｍの炭化珪素粉末１０．２重量％、無機バインダとしてのシリカゾル（ゾルのSiO_2の換算量は３０％）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３９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、第２層１６の形成に使用されるペーストを作製した。

【００６７】

（４）次に、フィルタＦ１の外周面に第１層形成用ペーストを均一に塗布するとともに、フィルタＦ１の外周面同士を互いに密着させた状態で、５０℃～１００℃×１時間の条件にて乾燥・硬化させた。その結果、フィルタＦ１同士を第１層１５を介して接着した。ここでは乾燥後における第１層１５の厚さが１．０ｍｍになるように設定した。

【００６８】

（５）次に、外形カットを実施して外形を整えることにより、断面円形状のフィルタ接着構造物Ｍを作製した後、その露出した外周面９ｃに第２層用ペーストを均一に塗布した。そして、５０℃～１５０℃×１時間の条件で乾燥・硬化することにより厚さ１．０ｍｍの第２層１６を形成し、最終的に実施例１のセラミックフィルタ集合体９を完成させた。

【００６９】

上記のようにして得られた集合体９について、第１層１５及び第２層１６の熱伝導率（Ｗ／ｍ・Ｋ）を従来公知の手法により測定したところ、表１に示されるように、それぞれ０．８５Ｗ／ｍ・Ｋ，０．２２Ｗ／ｍ・Ｋであった。

【００７０】

また、集合体９の各所を肉眼で観察したところ、外周面９ｃの凹凸１７は第２層１６によってほぼ完全に埋められており、外周面９ｃはフラットな状態になっていた。また、第２層１６とフィルタＦ１との境界部分、第２層１６と第１層１５との境界部分のいずれについても、クラックは生じていなかった。従って、これらの境界部分には高い密着性・シール性が確保されていることが示唆された。勿論、第２層１６自体にもクラックや欠けは認められなかった。

【００７１】

続いて、集合体９の中央部及び外周部の２ヶ所に熱電対を埋め込んだ後、周囲に断熱材１０を巻き付けたものを、ケーシング８内に収容した。この状態で実際に排気ガスを供給してみたところ、外周面９ｃの隙間を介して下流側に排気ガスがリークしないことがわかった。

【００７２】

さらに、所定時間経過後にヒータを加熱して再生を行うとともに、前記熱電対によって再生時の最高到達温度Ｔａ，Ｔｂ（℃）をそれぞれ測定した。それらの温度差（ΔＴ＝｜Ｔａ－Ｔｂ｜（℃））を求めた結果を表１に示す。

【００７３】

表１によると、温度差ΔＴは５０℃となり、それほど大きい値にはならなかった。ゆえに、フィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃから外部に熱が脱げにくい構造になっていることを示唆する結果が得られた。

【００７４】

再生終了後に集合体９を取り外して集合体９を軸線方向に沿って切断し、切断面の肉眼観察を行ったところ、中央部にも外周部にも燃え残りは何ら認められなかった。ゆえに、効率のよい再生が行われていたことが実証された。

（実施例２～５）
実施例２～５では、基本的には実施例１の手法に準拠して集合体９を作製するとともに、第１層１５及び第２層１６の厚さや熱伝導率を表１のように変更した。熱伝導率の異なるものについては、具体的には、アルミナシリケートセラミックファイバ、炭化珪素粉末、シリカゾル、カルボキシメチルセルロースの配合量等を若干変更したペーストを用いて、第１層１５や第２層１６の形成を行った。唯一、実施例５については、無機粒子である炭化珪素粉末を全く含まないペーストを用いて、第２層１６の形成を行った。
【００７５】
得られた各集合体９の各所を肉眼で観察したところ、外周面９ｃの凹凸１７は第２層１６によってほぼ完全に埋められており、外周面９ｃはフラットな状態になっていた。また、第２層１６とフィルタＦ１との境界部分、第２層１６と第１層１５との境界部分のいずれについても、クラックは生じていなかった。従って、これらの境界部分には高い密着性・シール性が確保されていることが示唆された。勿論、第２層１６自体にもクラックや欠けは認められなかった。
【００７６】
続いて、実施例２～５について、実施例１と同様の再生状態良否判定試験を行い、温度差ΔＴ（℃）をそれぞれ求めた。それらの結果も表１に示す。それによると、実施例２～５においても実施例１とほぼ同様の結果が得られることがわかった。また、再生終了後に集合体９の切断面の肉眼観察を行ったところ、中央部にも外周部にも燃え残りは何ら認められなかった。
（比較例）
比較例では、第１層形成用のペーストを用いて第１層１５及び第２層１６の両方を形成した。それ以外の事項については基本的に実施例１に準ずるようにして、セラミックフィルタ集合体９を作製した。厚さや熱伝導率については表１に示すとおりである。
【００７７】
得られた比較例の集合体９の各所を肉眼で観察したところ、外周面９ｃの凹凸１７は第２層１６によってほぼ完全に埋められており、外周面９ｃはフラットな状態になっていた。また、第２層１６とフィルタＦ１との境界部分、第２層１６と第１層１５との境界部分のいずれについても、クラックは生じていなかった。
【００７８】
続いて、比較例について、実施例１と同様の再生状態良否判定試験を行い、温度差ΔＴ（℃）を求めた。その結果も表１に示す。それによると、比較例では外周部における最高到達温度Ｔｂ（℃）が低くなることに起因して、温度差ΔＴ（℃）の値が各実施例の値に比べて大きくなることがわかった。従って、フィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃから外部に熱が脱げやすい構造になっていることを示唆する結果が得られた。
【００７９】
再生終了後に集合体９の切断面の肉眼観察を行ったところ、外周部に燃え残りが認められ、各実施例１～５よりも明らかに再生効率が劣っていることがわかった。このため比較例においては、燃え残りを防止するために、再生時間を長く設定したり、ヒータ加熱温度を高く設定する必要があった。
【００８０】
【表１】

	第１層		第２層		ΔＴ	再生効率の良否
	熱伝導率 (W/m･K)	厚さ (mm)	熱伝導率 (W/m･K)	厚さ (mm)	(℃)	
実施例１	０．８５	１．０	０．２２	１．０	５０	良
実施例２	０．８５	１．０	０．２２	３．０	４０	良
実施例３	０．８５	０．５	０．２２	３．０	３０	良
実施例４	１．００	１．０	０．２２	１．０	２５	良
実施例５	０．３０	１．０	０．１０	１．０	４０	良
比較例	１．００	１．０	１．００	１．０	９０	不良

従って、本実施形態によれば以下のような効果を得ることができる。

【００８１】

（１）本実施形態では、フィルタ接着構造物の外周面に形成された第２層１６の熱伝導率のほうが、複数のフィルタＦ１の外周面同士を接着する第１層１５の熱伝導率よりも小さくなっている。つまり、第２層１６のほうが第1層１５に比べて相対的に熱抵抗が大きいことになる。ゆえに、従来のものに比べて、フィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃから外部に熱が脱げにくい構造となり、集合体９の当該部分における断熱性が向上する。よって、熱のロスが少なくなり、効率のよい再生を行うことができる。

【００８２】

（２）本実施形態では、第１層１５の熱伝導率に対する第２層１６の熱伝導率の比を０．１～０．８という好適範囲内にて設定している。従って、第２層１６に必要とされる性能（即ち断熱性、接着性、耐熱性等）が確実に保持されるとともに、セラミックフィルタ集合体９の製造困難化も防止される。

【００８３】

（３）本実施形態では、第１層１５及び第２層１６の熱伝導率を上記好適範囲内にて設定している。このため、第１層１５に必要とされる性能（即ち弾性、接着性、耐熱性等）及び第２層１６に必要とされる性能（即ち断熱性、接着性、耐熱性等）が確実に保持される。それとともに、セラミックフィルタ集合体９の製造困難化も防止される。

【００８４】

（４）本実施形態では、第２層１６は第１層１５よりも厚くなるように形成されている。このため、熱の伝わる距離が長くなり、フィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃから外部に熱がよりいっそう脱げにくい構造となる。従って、再生効率のさらなる向上が図られる。

【００８５】

また、フィルタ接着構造物Ｍの外周面９ｃにある凹凸１７が第２層１６によって埋められることにより、外周面９ｃがフラットな状態になっている。このように凹凸解消が図られる結果、集合体９の収容時にその外周面９ｃに隙間ができにくくなり、その隙間を介した排気ガスのリークが防止される。以上の結果、排気ガスの処理効率に優れたセラミックフィルタ集合体９、ひいては排気ガスの処理効率に優れた排気ガス浄化装置１を実現することができる。

【００８６】

（５）本実施形態では、第１層１５及び第２層１６は、ともに組成中にセラミックファイバを含有しているため、耐熱性に優れたものとなっている。また、第２層１６におけるファイバ含有量は第１層１５におけるファイバ含有量よりも多くなっている。このため、第２層１６のほうが相対的に熱抵抗が大きく、熱が伝わりにくくなっている。

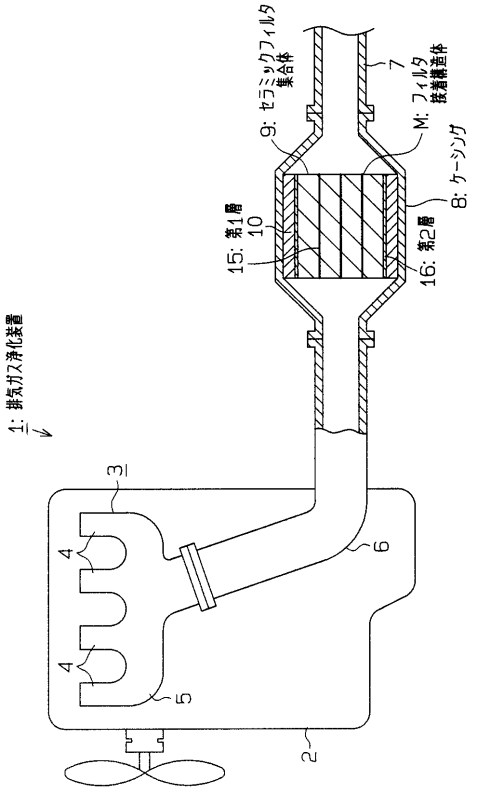
【００８７】

なお、本発明の実施形態は以下のように変更してもよい。

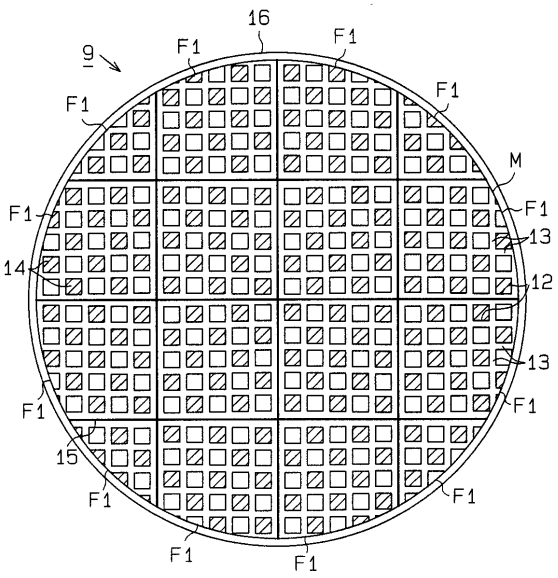
・　フィルタＦ１の組み合わせ数は、前記実施形態のように１６個でなくてもよく、任意の数にすることが可能である。この場合、サイズ・形状等の異なるフィルタＦ１を適宜組み合わせて使用することも勿論可能である。

【００８８】
・　フィルタＦ１は前記実施形態にて示したようなハニカム状構造を有するもののみに限られず、例えば三次元網目構造、フォーム状構造、ヌードル状構造、ファイバ状構造等であってもよい。
【００８９】
・　外形カット工程前におけるフィルタＦ１の形状は、実施形態のような四角柱状に限定されることはなく、三角柱状や六角柱状等であっても構わない。また、外形カット工程によって集合体９の全体形状を断面円形状に加工するのみならず、例えば断面楕円形状等に加工してもよい。
【００９０】
・　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。
【００９１】
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６のいずれか１項において、前記第１層は固形分で３重量％～８０重量％の無機粒子を含有するとともに、前記第２層は固形分で０重量％～２．９重量％の無機粒子を含有すること。
【００９２】
（２）　請求項１乃至６、技術的思想１のいずれか１つにおいて、前記第１層及び第２層は同種の無機繊維を用いて形成されていること。従って、この技術的思想２に記載の発明によれば、第１層と第２層との境界部分の接合強度を向上できる。
【００９３】
【発明の効果】
以上詳述したように、請求項１～６に記載の発明によれば、フィルタ接着構造物の外周面から外部に熱が脱げにくく、効率のよい再生を行うことが可能なセラミックフィルタ集合体を提供することができる。
【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正面図。
【図３】実施形態の排気ガス浄化装置の要部拡大断面図。
【図４】（ａ）～（ｃ）はセラミックフィルタ集合体の製造手順を説明するための概略斜視図。
【符号の説明】
９…セラミックフィルタ集合体、９ｃ…外周面、１５…第１層、１６…第２層、Ｆ１…フィルタ、Ｍ…（フィルタ接着）構造物。

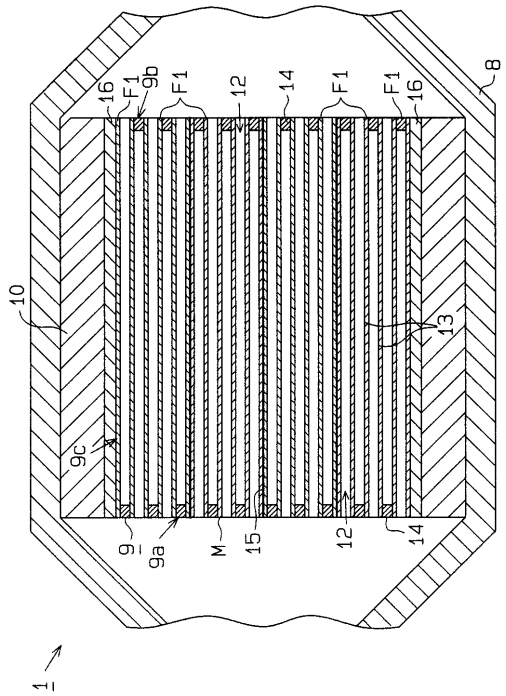
【図１】


1: 排気ガス浄化装置
2
3
4
5
6
7
8: ケーシング
9: セラミックフィルタ 集合体
10
15: 第1層
16: 第2層
M: フィルタ 担着構造体

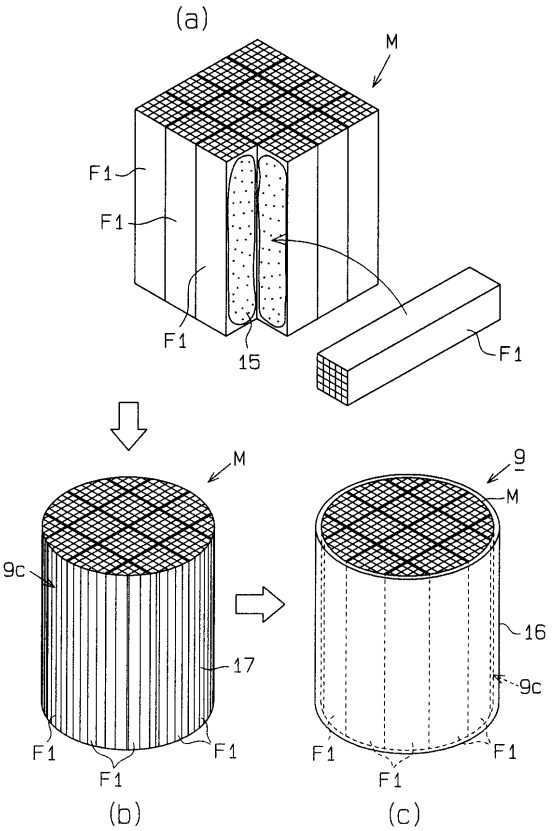
【図２】


9
16
F1
M
12
13
14
15

【図３】


1
8
9
9a
9b
9c
10
12
13
14
15
16
F1
M

【図４】


(a)
(b)
(c)
M
9
9c
15
16
17
F1

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０００－２７９７２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１０２７０９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２８４１１４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０３０４２９（ＪＰ，Ａ）
実開昭５８－１６１６１３（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B01D 39/00-39/20
B01D 46/00-46/54