

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年9月30日 (30.09.2004)

PCT

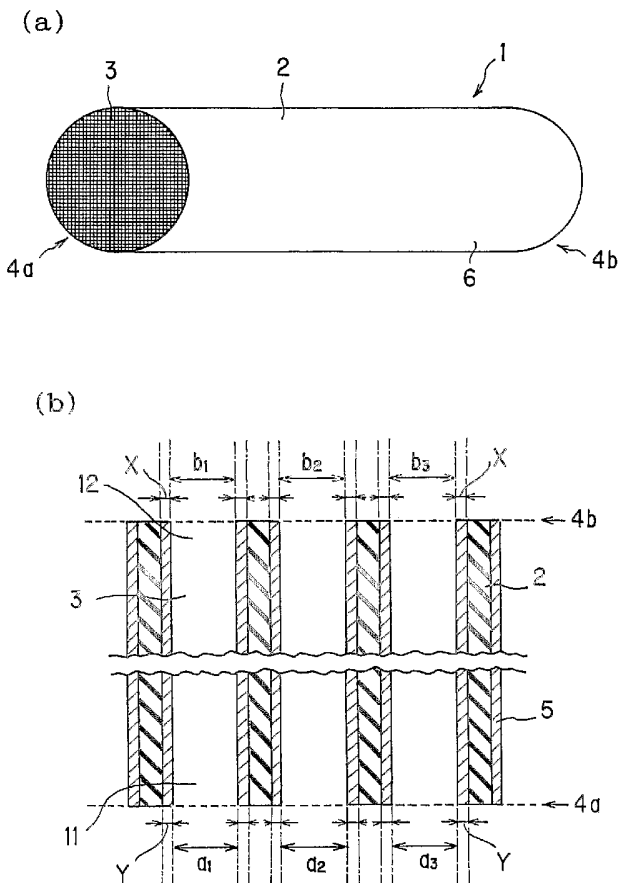
(10) 国際公開番号
WO 2004/082807 A1

- (51) 国際特許分類: B01D 39/20, 46/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003481
- (22) 国際出願日: 2004年3月16日 (16.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-071746 2003年3月17日 (17.03.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 下平 孝直 (SHI-MODAIRA, Takanao) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒1110053 東京都台東区浅草橋3丁目20番18号第8菊星タワービル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC FILTER

(54) 発明の名称: セラミックフィルタ



(57) Abstract: A ceramic filter (1) has a porous body (2) and filtration films (5). The porous body (2) has main flow paths (3) for a fluid to be purified, penetrating from one end surface (4a) to the other end surface (4b) of the body. The filtration films (5) are arranged on the inner wall surfaces of the main flow paths (3). A fluid to be purified that flows in the filter from first opening portions (11) of the main flow paths (3) is purified by permeating it inside the porous body (2). The fluid is then taken out as a purified fluid from an outer peripheral surface (6) of the porous body (2). The ceramic filter is characterized in that the diameters, in a cross section perpendicular to a flowing direction of the fluid to be purified, of the main flow paths (3) are continuously reduced from opening diameters (a_1, a_2, a_3) of the first opening portions (11) to opening diameters (b_1, b_2, b_3) of second opening portions (12). The structure enables easy removal of a deposit on the filter by reverse flow washing.

(57) 要約: 本発明のセラミックフィルタは、一方の端面 4 a から他方の端面 4 b まで貫通する被浄化流体の主流路 3 が複数形成された多孔質体 2 と、主流路 3 の内壁面に配設された濾過膜 5 とから構成され、主流路 3 の、第一開口部 1 1 から流入した被浄化流体を、多孔質体 2 の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体 2 の外周面 6 から浄化流体として取り出すセラミックフィルタ 1 であり、主流路 3 の、被浄化流体の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさが、第一開口部 1 1 における開口径 a_1, a_2, a_3 から、第二開口部 1 2 における開口径 b_1, b_2, b_3 まで連続して漸減してなることを特徴とし、フィルタ上に堆積した堆積物を逆洗により容易に除去し得るものである。

WO 2004/082807 A1



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

セラミックフィルタ

技術分野

本発明は、液体・ガス等の流体濾過に用いられるセラミックフィルタに関し、更に詳しくは、フィルタ上に堆積した堆積物を逆洗により容易に除去し得るセラミックフィルタに関する。

背景技術

セラミックフィルタは、セラミック多孔体を利用したフィルタであり、物理的強度、耐久性、耐食性等に優れるため、例えば水処理や排ガス処理、或いは医薬・食品分野などの広範な分野において、液体やガス中の懸濁物質、細菌、粉塵等の除去に用いられている。

セラミックフィルタにおいては、セラミック多孔体をそのまま濾材として用いる場合もあるが、濾過性能、流体透過量（即ち処理能力）の双方を向上させるため、セラミックからなる多孔質体（基材）の表面に、同じくセラミックからなる濾過膜を形成することが一般的である。例えば、濾過膜の平均細孔径を $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 程度と小さく構成して濾過性能を確保する一方、基材の平均細孔径を $1 \sim \text{数}100 \mu\text{m}$ 程度に大きく構成して、基材内部の流動抵抗を低下させ、流体透過量（即ち処理能力）を向上させることが行われている。

また、セラミックフィルタは、基材を濾過目的に応じて種々の形状に加工したものが用いられるが、基材を単一の流路を有するチューブ状、又は並行する多数の流路を有するハニカム状（モノリス状も含む）としたものが汎用されている。チューブ状又はハニカム状基材の表面、例えば流路の内壁面に濾過膜を形成したフィルタは、ハウジング内に收容し、基材外周面側と流路が開口する基材端面側とをOリング等で気密的に隔離する構造とすることにより、クロスフロー型の又はデッドエンド型のフィルタとして利用されている。

このようなセラミックフィルタは、定期的に通常使用時とは逆方向に圧力を負荷し、流路内に層状に堆積した被濾過物（堆積物）を流路（セル）の内壁から剥

離するとともに流路の端部から排出・除去する逆洗を実施する必要性がある。しかし、流路の端部において被濾過物が目詰まりを起こし易く、逆洗が不十分であるといった問題があった。

このような問題を解消し、逆洗による堆積物の排出・除去を容易にするための関連技術として、流路の少なくとも一端部の開口径を、流路の端部以外の内径に比して大きく形成したセラミックフィルタが開示されている（例えば、特開 2002-210314号公報参照）。

特開 2002-210314号公報において開示されたセラミックフィルタによれば、セルの端部において引き起こされる堆積物による目詰まりは容易に解消し得る。但し、特許文献 1 において開示されたセラミックフィルタであっても、逆洗を実施してもセル内壁から堆積物が剥離し難く、全く堆積物が排出されないセル（逆洗不能セル）が残存する場合がある。このような逆洗不能セルの残存を防止するためには、理論的にはより強力な逆洗圧力をセラミックフィルタに対して付与すればよいとも考えられるが、これを可能とする逆洗圧力供給設備にも制約があるために実用的ではないという問題がある。

発明の開示

本発明は、このような従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、フィルタ上に堆積した堆積物を逆洗により容易に除去し得るセラミックフィルタを提供することにある。

即ち、本発明によれば、二つの端面と外周面とを有し、一方の前記端面から他方の前記端面まで貫通する被浄化流体の主流路が複数形成された多孔質体と、前記主流路の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、前記主流路の、前記一方の端面側の開口部（第一開口部）から流入した前記被浄化流体を、前記多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、前記多孔質体の外周面から浄化流体として取り出すセラミックフィルタであって、前記主流路の、前記被浄化流体の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさが、前記第一開口部における開口径から、前記他方の端面側の開口部（第二開口部）における開口径まで連続して漸減してなるセラミックフィルタが提供される。

本発明においては、主流路の、第一開口部における開口径の平均値（A）と第二開口部における開口径の平均値（B）とが、 $(A - B) / B \geq 0.025$ の関係を満たすことが好ましい。

本発明においては、多孔質体の外周面を含む部分に、主流路のうちの所定の主流路（特定主流路）が外部空間と連通するようにスリット状の補助流路が形成されてなるとともに、特定主流路は、その両端面の開口部が封止されてなり、主流路の、一方の端面側の開口部から流入した被浄化流体を、多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体の外周面及び補助流路の出口から浄化流体として取り出すことが好ましい。

図面の簡単な説明

図1（a）、図1（b）は、本発明のセラミックフィルタの一実施形態を示す図面であり、図1（a）は斜視図、図1（b）は部分拡大断面図である。

図2は、本発明のセラミックフィルタの他の実施形態を示す斜視図である。

図3は、製膜方法の一例を模式的に示す図面である。

図4は、ハウジング内に收容されたセラミックフィルタの概略断面図である。

図5は、実施例1のセラミックフィルタの逆洗結果を示す、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフである。

図6は、実施例2のセラミックフィルタの逆洗結果を示す、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフである。

図7は、実施例3のセラミックフィルタの逆洗結果を示す、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフである。

図8は、実施例4のセラミックフィルタの逆洗結果を示す、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフである。

図9は、実施例5のセラミックフィルタの逆洗結果を示す、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフである。

図10は、比較例1のセラミックフィルタの逆洗結果を示す、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態について説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、適宜、設計の変更、改良等が加えられることが理解されるべきである。

本発明は、二つの端面と外周面とを有し、一方の端面から他方の端面まで貫通する被浄化流体の主流路が複数形成された多孔質体と、主流路の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、主流路の第一開口部から流入した被浄化流体を、多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体の外周面から浄化流体として取り出すセラミックフィルタであり、主流路の、被浄化流体の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさが、第一開口部における開口径から、第二開口部における開口径まで連続して漸減してなるものである。以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

図1(a)、図1(b)は、本発明のセラミックフィルタの一実施形態を示す図面であり、図1(a)は斜視図、図1(b)は部分拡大断面図である。本実施形態のセラミックフィルタ1は、一方の端面4aから他方の端面4bまで貫通する主流路3が複数形成された多孔質体2と、主流路3の内壁面に配設された濾過膜5とから構成されている。このセラミックフィルタ1を用いて、液体・ガス等の流体の濾過して浄化する場合には、浄化すべき流体（被浄化流体）を、主流路3の一方の端面4a側の開口部（第一開口部11）から流入させ、多孔質体2の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体2の外周面6から浄化流体として取り出す。

被浄化流体の濾過を繰り返すと、濾過膜5の表面上に被濾過物である堆積物が層状に堆積するため、定期的に通常使用時とは逆方向に逆洗圧力を負荷し、主流路3内の堆積物を排出・除去する逆洗を実施する必要がある。ここで、本実施形態のセラミックフィルタ1は、被浄化流体の流路方向、即ち、一方の端面4aから他方の端面4bの方向に垂直な断面における流路径の大きさが、第一開口部11における開口径から、第二開口部12における開口径まで連続して漸減してなるものである。従って、一般的な圧力供給設備を使用して、通常の逆洗圧力をセ

ラミックフィルタ 1 に対して負荷する逆洗を実施した場合でも、第一開口部 1 1 (一方の端面 4 a) から容易に堆積物を排出することができ、堆積物が排出されずに閉塞して濾過機能が欠如する逆洗不能主流路 (閉塞主流路) が残存する可能性を大幅に低減することができる。なお、本発明にいう「主流路の、被浄化流体の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさ」とは、断面が円形の場合は直径、楕円・長円の場合は長軸の長さ、多角形の場合は最も長い対角線の長さ、その他不定形の場合は断面形状の外周上の 2 点をとったときに最も長くなるその 2 点間距離をいう。

また、図 1 (b) に示すように、本実施形態のセラミックフィルタにおいては、主流路 3 の、第一開口部 1 1 における開口径 (a_1, a_2, a_3) の平均値 (A) と第二開口部 1 2 における開口径 (b_1, b_2, b_3) の平均値 (B) とが、 $(A - B) / B \geq 0.025$ の関係を満たすことが好ましく、 $(A - B) / B \geq 0.027$ の関係を満たすことが更に好ましく、 $(A - B) / B \geq 0.028$ の関係を満たすことが特に好ましい。「 $(A - B) / B$ 」の値が 0.025 未満であると、逆洗によっても閉塞主流路が残存する割合が上昇するために好ましくない。なお、本発明においては「 $(A - B) / B$ 」の値の上限値については特に限定されないが、実質的な製造・使用可能性等の観点からは、1.5 以下であればよい。

図 2 は、本発明のセラミックフィルタの他の実施形態を示す斜視図である。図 2 に示すように、本実施形態のセラミックフィルタ 2 1 においては、多孔質体 2 2 の外周面 2 6 を含む部分に、特定主流路が外部空間と連通するようにスリット状の補助流路 2 5 が形成されてなるとともに、特定主流路は、その両端面の開口部が封止されてなり、主流路 2 3 の、一方の端面 2 4 a 側の開口部から流入した被浄化流体を、多孔質体 2 2 の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体 2 2 の外周面 2 6 及び補助流路の出口 2 8 から浄化流体として取り出すことが好ましい。このような所定の補助流路 2 5 が形成されてなる本実施形態のセラミックフィルタ 2 1 は、多孔質体 2 2 の中心部近傍の主流路 2 3 からの浄化流体の回収が容易となり、セラミックフィルタ 2 1 の濾過処理能力を 10 倍以上に飛躍的に向上させることが可能となる点において好ましい。また、セラミックフィルタ 2

1内の流量分布、逆洗時の逆洗圧力分布を大幅に改善することができる点においても好ましい。

次に、本発明のセラミックフィルタの製造方法について説明する。本発明のセラミックフィルタは、従来公知のセラミックフィルタの製造方法に準じて製造することが可能である。まず、骨材、焼結助剤の他、分散媒、有機バインダ、必要により界面活性剤、可塑剤等を添加し、混練してなる坏土を押出成形してなる成形体を得る。骨材は、多孔質体の主たる構成要素であって、平均粒径5～200 μ m程度のセラミック粒子からなる。骨材を含む坏土を成形し、焼成することにより、骨材の粒径に応じた細孔を有する多孔質体が形成される。骨材の材質は、濾過の目的に適合するように適宜選択すればよいが、例えばアルミナ、ムライト、コーゼライト、炭化珪素、陶磁器屑等を用いることができる。

また、焼結助剤は、骨材どうしの結合を強化するための添加材であって、平均粒径5 μ m未満のセラミック粒子からなる。骨材とともに坏土に添加することにより、骨材間の結合が強化され、強固な多孔質体が形成される。焼結助剤の材質も特に限定されないが、例えばアルミナ、シリカ、ジルコニア、チタニア、ガラスフリット、長石、コーゼライト等を用いることができる。通常は、骨材どうしの結合強度を確保し、多孔質体の細孔閉塞を防止するため、骨材及び焼結助剤の全質量に対して、10～35質量%程度添加すればよい。

押出成形して得られた成形体を乾燥し、これを流路方向と垂直に所定の長さに切断した後に焼成して多孔質体を得ることができる。なお、得られる多孔質体の平均細孔径は1～30 μ m程度である。次いで、得られた多孔質体の主流路の内壁面に濾過膜を形成する。ここで、本発明にいう濾過膜とは、多孔質体に比して平均細孔径が小さい、薄膜状のセラミック多孔体をいい、場合によっては二層以上形成して複層構造としてもよい。一般的に、濾過膜とはセラミックフィルタの濾過機能を確保するための部材をいうが、本発明にいう濾過膜には、複層構造とした場合における中間層（最上層以外の層）も含まれる。

濾過膜は、多孔質体を構成する骨材に比して平均粒径の小さい、平均粒径0.1～5 μ m程度のセラミック粒子を含むスラリーを用いて多孔質体の主流路の内壁面に製膜した後、焼成することにより形成することができる。具体的には、セ

ラミック粒子を水等の分散媒中に分散し、必要に応じ、焼結助剤、有機バイнда、pH調整剤、界面活性剤等を添加することにより濾過膜用スラリー（製膜用スラリー）を調製しこれを用いて主流路の内壁面に製膜した後、乾燥・焼成して濾過膜を形成する。濾過膜の平均細孔径は0.1～5 μ m程度である。

本発明のセラミックフィルタは、主流路の、被浄化流体の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさが、第一開口部における開口径から、第二開口部における開口径まで連続して漸減してなる構造、いわゆるテーパ構造を有することを特徴とするものである。このようなテーパ構造とするためには、多孔質体自体の形状がテーパ構造となるように押出成形等してもよいが、主流路の内壁面に形成する濾過膜の膜厚を、第二開口部から第一開口部に向かうに従って徐々に薄くなるように形成することにより開口径を調整してテーパ構造とすることが、製造容易性等の観点から好ましい。以下、濾過膜の形成方法について説明する。

濾過膜の膜厚を第二開口部から第一開口部に向かうに従って徐々に薄くなるように形成する方法としては、例えば図3に示すような製膜装置37を用いる方法を挙げることができる。具体的には、前述の製膜用スラリー33を用意し、多孔質体32の他方の端面4bから一方の端面4aの方向に製膜用スラリー33を流通させるのと略同時に、真空ポンプPにより外周面36側を減圧状態とすると、製膜用スラリー33に含まれる固形分が主流路の内壁面において層状に堆積して製膜層が形成される。ここで、製膜用スラリー33を流通させるに際して、その流通線束が小さく外周面側の減圧度が大きいほど、両開口部における製膜層の膜厚差は大きくなる。従って、製膜用スラリー33の流通線束と減圧度とを制御することにより、濾過膜の膜厚を第二開口部から第一開口部に向かうに従って徐々に薄くなるように製膜することができる。

製膜用スラリー33の流通と略同時に減圧状態とすることにより、形成される製膜層の膜厚は製膜用スラリー33が流入する他方の端面4bから一方の端面4aに向かうに従って徐々に薄くなるように形成される。製膜層の全体が所望とする膜厚となる分に相当する量の濾過水34を多孔質体32の外周面36より排出する。なお、多孔質体32の一方の端面4a側から流出した製膜用スラリー33

は循環させればよい。その後、製膜層の形状が保持されるように、濾過水 3 4 の排出完了後、濾過水側を減圧状態として多孔質体 3 2 を真空脱水する。次いで、乾燥及び焼成することにより濾過膜を形成することができ、本発明のセラミックフィルタを製造することができる。

更に、本発明のセラミックフィルタは、場合により所定の箇所にシール材を備えてなるものであってもよい。本発明にいうシール材とは、多孔質体の端面、具体的には図 1 (b) における一方の端面 4 a から被浄化流体が多孔質体 2 内部に侵入することを防止するための部材をいい、多孔質体 2 の一方の端面 4 a、及び一方の端面 4 a 近傍の濾過膜 5 を被覆するように形成することが好ましい。

シール材は、例えばホウケイ酸ガラス、ケイ酸ガラス、長石質ガラス等のガラス状物質（ガラスフリット等）からなる釉薬を所定の箇所に塗布した後、焼成することにより形成することができる。但し、濾過膜と同等以下の細孔径を有するものである限りにおいて釉薬には限定されず、場合によってはシール材の代わりに濾過膜を形成することによって、多孔質体の端面から被浄化流体が多孔質体内部に侵入することを防止することも可能である。

また、図 2 に示すような、所定の補助流路 2 5 が形成されたセラミックフィルタ 2 1 を製造する方法について説明する。スリット状の補助流路 2 5 は、多孔質体 2 2 の焼成前又は焼成後に、ダイヤモンド電着カッター等の刃物により、補助流路 2 5 を形成すべき特定主流路の列が外部空間と連通するように破断して形成すればよい。ここで、補助流路 2 5 に連通する特定主流路については、浄化流体への被浄化流体の混入を防止するため多孔質体 2 2 の両端面の開口部を目詰り部材等により封止して封止部 2 7 を形成する。即ち、なお、特定主流路の内壁面には濾過膜を形成する必要はない。

次に、被浄化流体として水（被浄化水）を用いる場合における、本発明のセラミックフィルタの使用方法について概説する。図 4 に示すように、本実施形態のセラミックフィルタ 4 1 は、多孔質体 4 2 の主流路の内壁面に所定の濾過膜 4 5 が形成されてなり、多孔質体 2 の一方の端面 4 a、及びその近傍の濾過膜 4 5 にシール材 4 3 が被覆形成されており、このシール材 4 3 の部分において、Oリング 4 6 を介してハウジング 4 4 内に收容されている。このセラミックフィルタ

4 1 を用いて被濾過水を浄化する場合には、主流路の一方の端面 4 a 側の第一開口部から被浄化水を流入させ、濾過膜 4 5 と多孔質体 4 2 の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体 4 2 の外周面 6 から浄化水として取り出す。

濾過の繰り返しのに伴い、濾過膜 4 5 の表面上に堆積物が層状に堆積するため、定期的に通常使用時とは逆方向に逆洗圧力を負荷して逆洗する。逆洗に際しては、まず多孔質体の 4 2 の外周面 6 側から第一次的な逆洗圧力を負荷して堆積物を濾過膜 4 5 から剥離させた後、次いで他方の開口部（第二開口部）側から第二次的な逆洗圧力を負荷することにより、第一開口部から堆積物を排出して除去することができる。

以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

（実施例 1～5）

骨材として、粒径が 5～300 μm となるように篩い分けしたアルミナを使用し、これに、焼結助材として粒径 0.5～5 μm の長石、分散媒として水、有機バインダとしてメチルセルロースを添加し、混練して得られた坯土を押出成形することにより複数の主流路を有するハニカム状の成形体を得た。この成形体を乾燥した後、所定の長さとなるように流路方向と垂直に切断し、これを焼成することにより内径 180 mm、流路の内径 2.2 mm、長さ 1000 mm、主流路数が約 2000 個のハニカム状の多孔質体を得た。水銀圧入法により測定した多孔質体の平均細孔径は 10 μm であった。

次いで、粒径が 0.5～10 μm となるように篩い分けしたアルミナを使用し、分散媒として水、焼結助剤としてガラスフリット、有機バインダとして多糖類水溶性ガムを添加してなる製膜用スラリー（中間膜製膜用スラリー）を調製し、図 3 に示すような製膜装置 3 7 を使用して多孔質体 3 2 の主流路の内壁面に製膜した後、乾燥・焼成して中間膜を形成した。なお、製膜用スラリー 3 3（中間膜製膜用スラリー）を多孔質体 3 2 の主流路内を流通させるに際しては、流通と同時に真空ポンプ P により外周面 3 6 側を減圧状態とした。このときの流通線束、及び外周面の減圧度を表 1 に示す。

次いで、粒径が 0.1～1.0 μm となるよう篩い分けしたチタニアを使用し

、分散媒として水、有機バインダーとして多糖類水溶性ガム及びポリビニルアルコールを添加してなる濾過膜製膜用スラリーを調製し、図3に示すような製膜装置37を使用して、多孔質体32の主流路の内壁面に予め製膜された中間膜表面に製膜した後、乾燥、焼成して濾過膜を形成し、セラミックフィルタ（実施例1～5）を製造した。なお、製膜用スラリー33（濾過膜製膜用スラリー）を多孔質体32の主流路内を流通させるに際しては、流通と同時に真空ポンプPにより外周面36側を減圧状態とした。このときの流通線束、及び外周面の減圧度を表1に示す。また、水銀圧入法により測定した濾過膜（中間膜を含む）の平均細孔径は0.1 μ mであった。

（比較例1）

中間膜製膜用スラリー、及び濾過膜製膜用スラリーを、一方の端面4aから他方の端面4bの方向に流通させること（図3参照）、並びに流通線束、及び外周面の減圧度を表1に示す値とすること以外は、上述した実施例1～5と同様の方法によりセラミックフィルタ（比較例1）を製造した。

（表1）

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1
中間膜	流通線束(m/min)	1	1	1	2	2	2
	減圧度(kPa)	-100	-100	-100	-50	-50	-50
濾過膜	流通線束(m/min)	1	1	1	2	2	2
	減圧度(kPa)	-100	-100	-100	-50	-50	-50

また、各セラミックフィルタについての、第二開口部における濾過膜の膜厚（X）（図1（b）参照）、第一開口部における濾過膜の膜厚（Y）（図1（b）参照）、平均膜厚、 $X - Y$ 、第一開口部における開口径の平均値（A）、第二開口部における開口径の平均値（B）、 $(A - B) / B$ を表2に示す。

（実機運転）

製造した実施例1～5、比較例1のセラミックフィルタをハウジング内に収容して構成した浄水装置を使用して、実機運転を行った。具体的には、中部地区河川の入水取水口より水を引き、常法にしたがって凝集処理した後に、実施例1～5、比較例1のセラミックフィルタを使用して濾過した。このときの濾過流束は

2 m/日、逆洗は4時間毎に実施した。逆洗は、(1) 外周面から濾過膜の方向に1.5 l/m²の水を500 kPaの圧力で流して流通路内に堆積している濾過物を濾過膜からはがした後、(2) 第二開口部から第一開口部の方向に0.5 l/m²の水を150 kPaのブロー圧力で流す、という条件で実施した。このとき、逆洗1回あたりに排出された堆積物は、乾燥重量で25.2~152.1 gであった。なお前記数値に幅が存在するのは、処理水に含まれる汚泥量に幅があるためである。1ヶ月間継続運転した後、セラミックフィルタの主流路の閉塞状況を目視観察した。

前記(1)、(2)の逆洗条件で堆積物が排出・除去された主流路を「未閉塞主流路」、前記(1)、(2)の逆洗条件でも堆積物が排出・除去されなかった主流路を「閉塞主流路」として、各セラミックフィルタ毎の主流路数を計測した。閉塞主流路数、及び閉塞主流路割合(主流路数に対する閉塞主流路数の割合)を表2に示す。また、各セラミックフィルタの逆洗結果を示す、「{(A-B)/B} × 100」の値に対して主流路数をプロットしたグラフを図5~図10に示す。

(表 2)

	X (μm)	Y (μm)	平均膜厚 (μm)	X-Y (μm)	A (μm)	B (μm)	(A-B)/B	主流路数	閉塞主流路数	閉塞主流路割合 (%)
実施例 1	130	96	113	35	2489	2419	0.029	2000	0	0
実施例 2	131	97	114	34	2486	2418	0.028	2000	0	0
実施例 3	134	96	115	37	2487	2413	0.031	2000	0	0
実施例 4	116	114	115	2	2452	2448	0.002	2000	79	4.0
実施例 5	112	110	111	2	2460	2456	0.002	2000	95	4.8
比較例 1	110	111	110	-1	2459	2461	-0.001	2000	107	5.4

表2、及び図5～図10に示す結果から、第一開口部における開口径の平均値（A）が、第二開口部における開口径の平均値（B）に比して大きいセラミックフィルタ、即ち、主流路の、被浄化水の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさが、第一開口部における開口径から、第二開口部における開口径まで連続して漸減してなる実施例1～5のセラミックフィルタは、逆に、Aの値がBの値に比して小さい比較例1のセラミックフィルタよりも、逆洗実施後の閉塞主流路数の値、及び閉塞主流路割合が小さく、堆積物が容易に除去されるものであることが明らかである。従って、本発明のセラミックフィルタの優位性を確認することができた。更に、実施例1～3のセラミックフィルタは、逆洗によりすべての主流路の堆積物が除去されることが判明した。従って、Aの値とBの値とが、 $(A - B) / B \geq 0.025$ の関係を満たす場合には逆洗による堆積物の除去が更に容易であることが明らかである。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明のセラミックフィルタは、主流路の、被浄化流体の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさが、第一開口部における開口径から、第二開口部における開口径まで連続して漸減してなるものであるため、フィルタ上に堆積した堆積物を逆洗により容易に除去し得るものである。従って、例えば水処理や排ガス処理、或いは医薬・食品分野などの広範な分野において、液体やガス中の懸濁物質、細菌、粉塵等を除去するためのフィルタとして好適である。

請 求 の 範 囲

1. 二つの端面と外周面とを有し、一方の前記端面から他方の前記端面まで貫通する被浄化流体の主流路が複数形成された多孔質体と、前記主流路の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、前記主流路の、前記一方の端面側の開口部（第一開口部）から流入した前記被浄化流体を、前記多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、前記多孔質体の外周面から浄化流体として取り出すセラミックフィルタであって、

前記主流路の、前記被浄化流体の流路方向に垂直な断面における流路径の大きさが、前記第一開口部における開口径から、前記他方の端面側の開口部（第二開口部）における開口径まで連続して漸減してなるセラミックフィルタ。

2. 前記主流路の、前記第一開口部における開口径の平均値（A）と前記第二開口部における開口径の平均値（B）とが、 $(A - B) / B \geq 0.025$ の関係を満たす請求項1に記載のセラミックフィルタ。

3. 前記多孔質体の前記外周面を含む部分に、前記主流路のうちの所定の主流路（特定主流路）が外部空間と連通するようにスリット状の補助流路が形成されてなるとともに、前記特定主流路は、その両端面の開口部が封止されてなり、前記主流路の、前記一方の端面側の開口部から流入した前記被浄化流体を、前記多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、前記多孔質体の前記外周面及び前記補助流路の出口から浄化流体として取り出す請求項1又は2に記載のセラミックフィルタ。

図1(a)

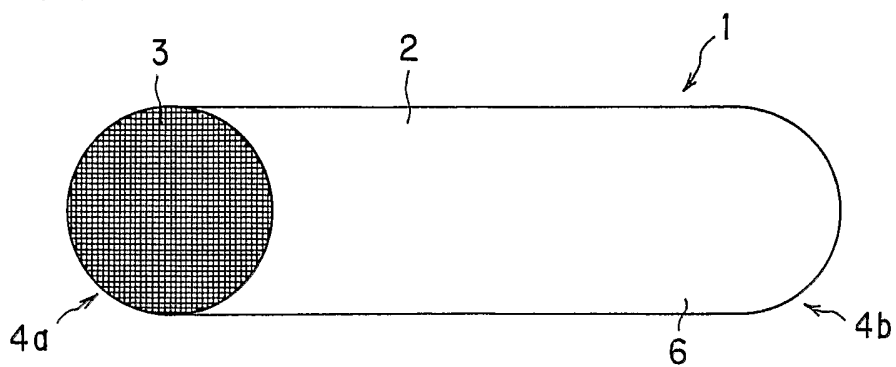


図1(b)

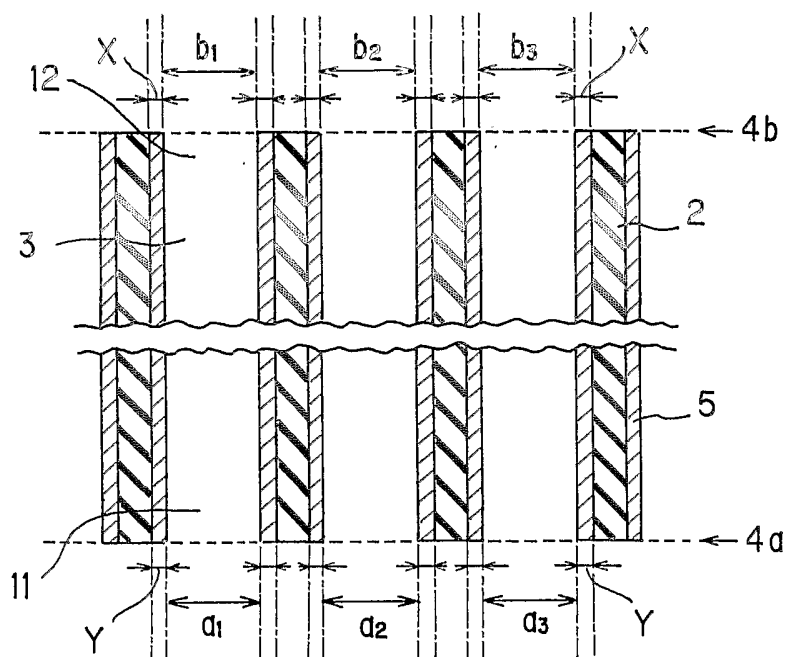


図2

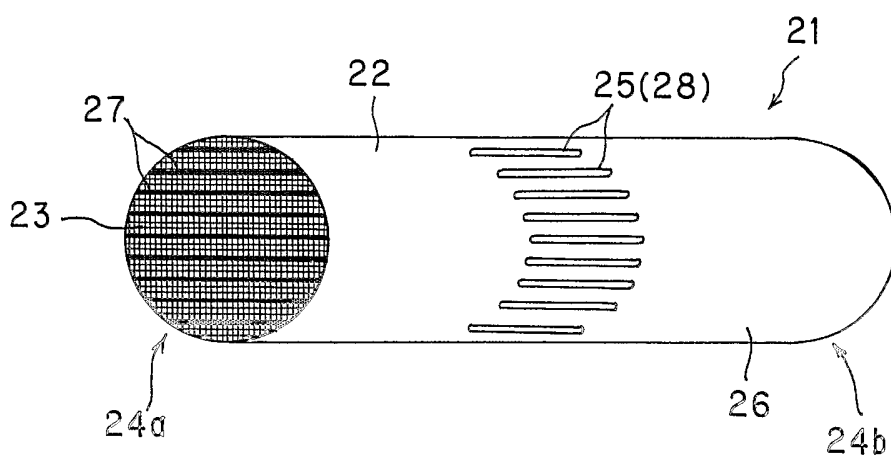


図3

37

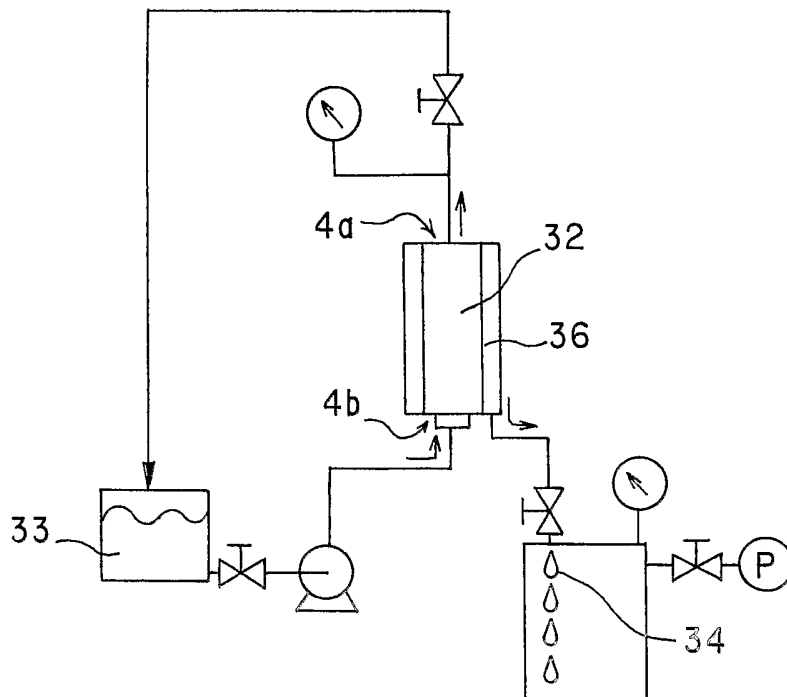
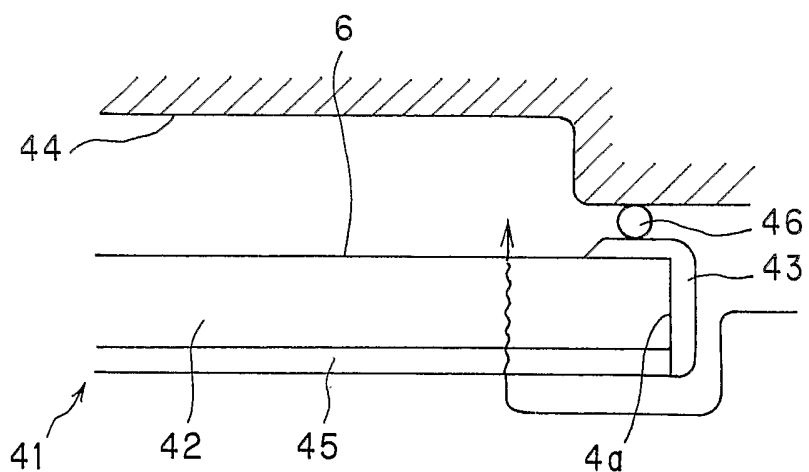


図4



4/6

図5

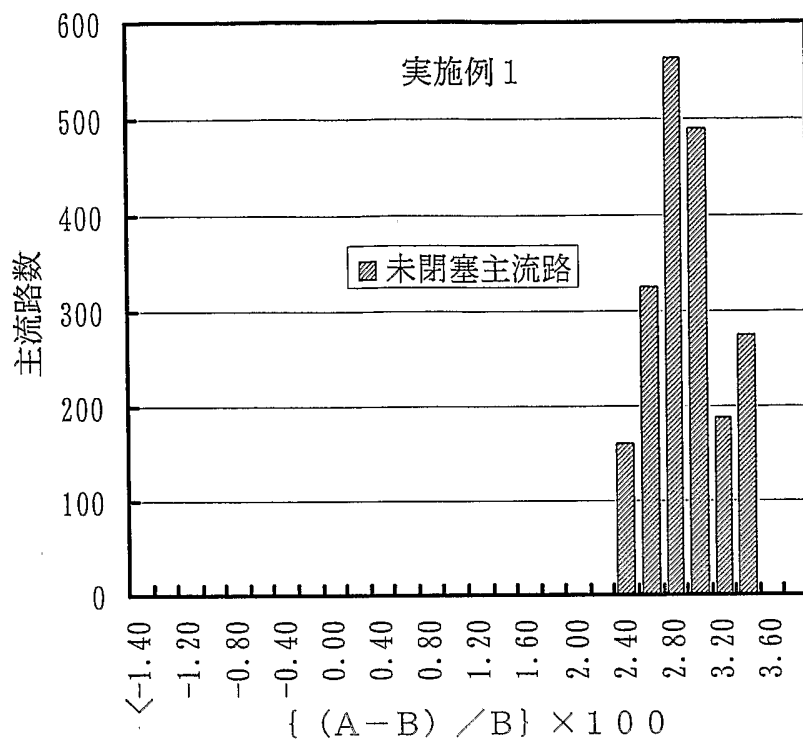
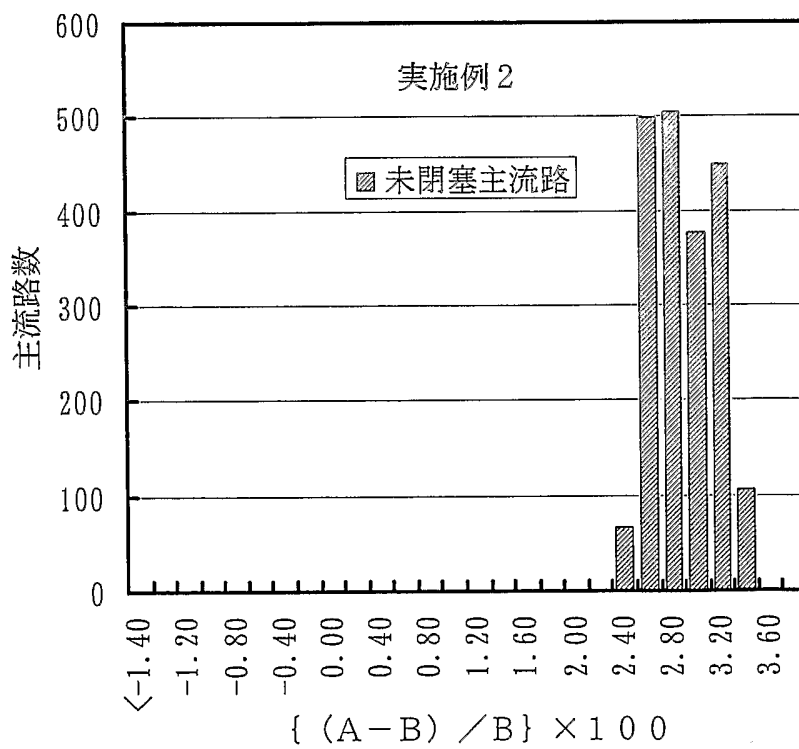


図6



5/6

図7

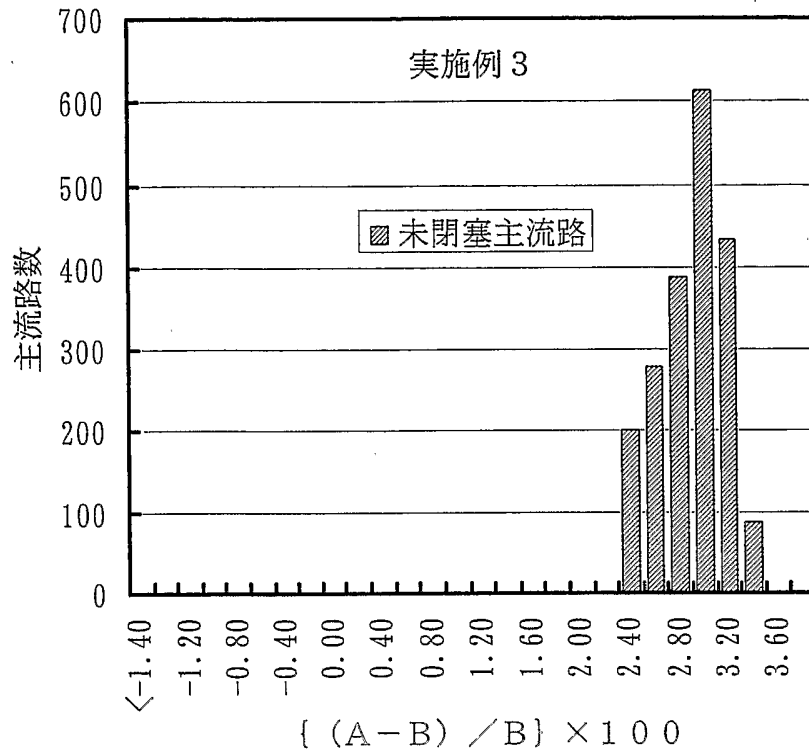
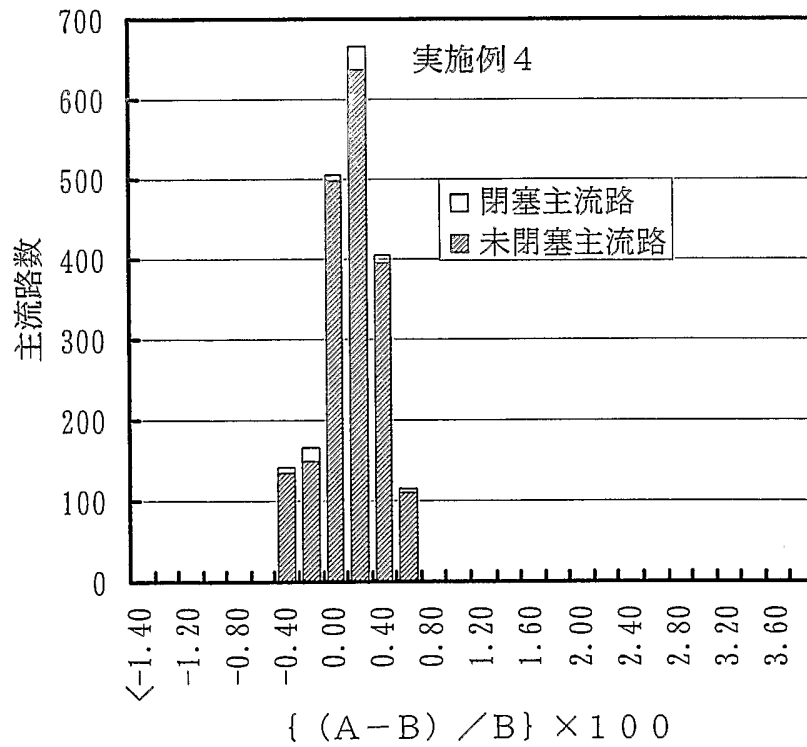


図8



6/6

図9

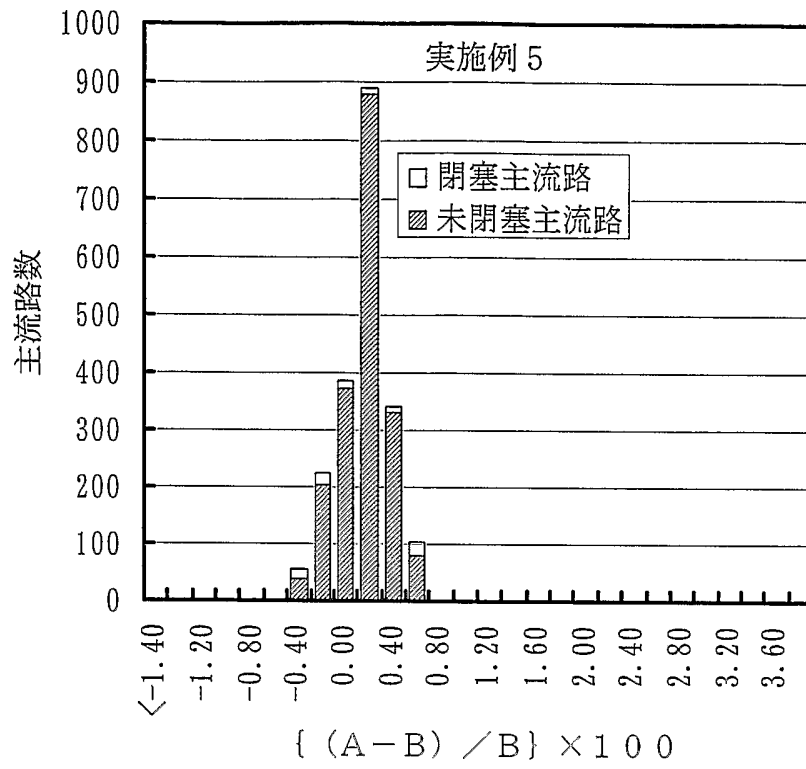
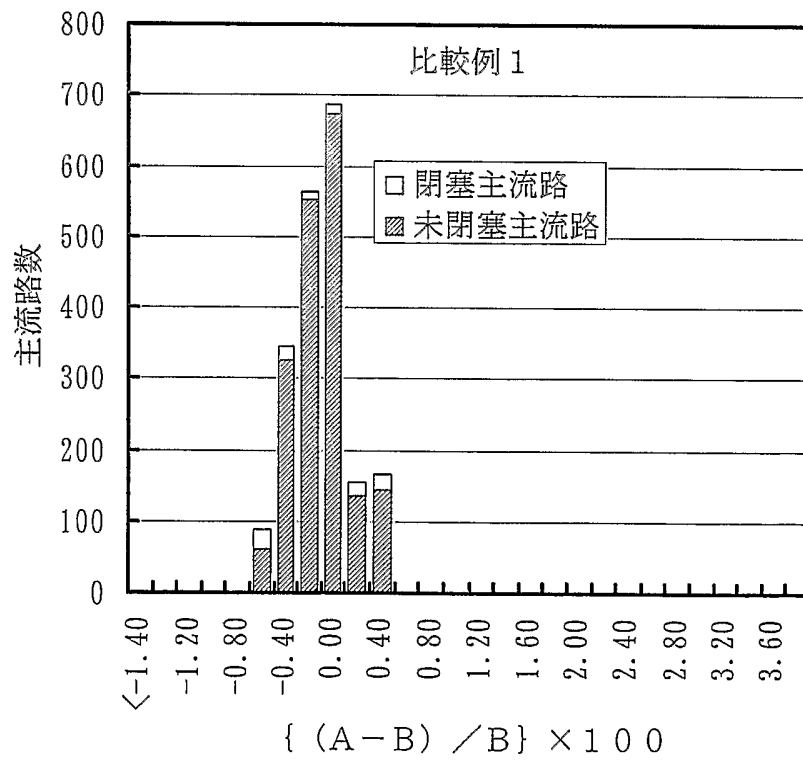


図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003481

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-33209 A (Nippondenso Co., Ltd.), 17 February, 1986 (17.02.86), Claims; page 3, upper left column, line 16 to page 4, upper right column, line 16 (Family: none)	1-3
Y	JP 2002-349231 A (Isuzu Motors Ltd.), 04 December, 2002 (04.12.02), Claims; page 3, Par. No. [0020] to page 4, Par. No. [0038] (Family: none)	1-3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
03 June, 2004 (03.06.04)

Date of mailing of the international search report
22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003481

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-506138 A (CERAMEM CORP.), 14 July, 1994 (14.07.94), Claims; page 4, upper left column, line 10 to lower right column, line 11 & WO 1993/012867 A1 & EP 619757 A & US 5393747 A	1-3
Y	JP 2001-232625 A (NGK Insulators, Ltd.), 28 August, 2001 (28.08.01), Claims; page 6, Par. No. [0061] to page 8, Par. No. [0077] & EP 1128031 A1 & US 2001-0020756 A1	3
Y	JP 2001-269921 A (NGK Insulators, Ltd.), 02 October, 2001 (02.10.01), Claims; page 7, Par. No. [0064] to page 8, Par. No. [0079] (Family: none)	3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ B01D39/20, B01D46/00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ B01D39/20, B01D46/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-2004 日本国登録実用新案公報 1994-2004 日本国実用新案登録公報 1996-2004		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
WPI		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 61-33209 A(日本電装株式会社), 1986.02.17, 特許請求の範囲, 第3頁左上欄第16行-第4頁右上欄第16行, (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2002-349231 A(いすゞ自動車株式会社), 2002.12.04, 特許請求の範囲, 第3頁段落【0020】-第4頁段落【0038】, (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 6-506138 A(セラム コーポレーション), 1994.07.14, 特許請求の範囲, 第4頁左上欄第10行-右下欄第11行 & WO 1993/012867 A1 & EP 619757 A & US 5393747 A	1-3
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	03.06.2004	国際調査報告の発送日
		22.6.2004
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	4 Q 8 6 1 8
日本国特許庁 (ISA/JP)	新居田 知生	
郵便番号100-8915		
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101	内線 3466

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-232615 A(日本碍子株式会社), 2001. 08. 28, 特許請求の 範囲, 第6頁段落【0061】-第8頁段落【0077】, & EP 1128031 A1 & US 2001-0020756 A1	3
Y	JP 2001-269921 A(日本碍子株式会社), 2001. 10. 02, 特許請求の 範囲, 第7頁段落【0064】-第8頁段落【0079】, (ファミリーなし)	3