

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4358538号
(P4358538)

(45) 発行日 平成21年11月4日 (2009. 11. 4)

(24) 登録日 平成21年8月14日 (2009. 8. 14)

(51) Int. Cl.

F I

B O 1 D 39/20 (2006. 01)

B O 1 D 39/20 D

B O 1 D 29/00 (2006. 01)

B O 1 D 29/00 Z

B O 1 D 71/02 (2006. 01)

B O 1 D 71/02

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-71746 (P2003-71746)
 (22) 出願日 平成15年3月17日 (2003. 3. 17)
 (65) 公開番号 特開2004-275906 (P2004-275906A)
 (43) 公開日 平成16年10月7日 (2004. 10. 7)
 審査請求日 平成17年7月25日 (2005. 7. 25)

(73) 特許権者 000004064
 日本碍子株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 (74) 代理人 100088616
 弁理士 渡邊 一平
 (72) 発明者 下平 孝直
 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

審査官 中村 泰三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミックフィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 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貫通孔が複数形成された多孔質体と、前記貫通孔の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、前記濾過膜の内周側に被浄化流体の主流路が形成され、

前記主流路は、前記多孔質体の前記一方の端面に第一開口部、前記多孔質体の前記他方の端面に第二開口部を有し、

前記被浄化流体を、前記第一開口部から前記主流路に流入させ、前記濾過膜及び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、

前記主流路は、流路方向に対して垂直な断面における流路徑を、前記第一開口部から前記第二開口部に至るまで連続して漸減させた構造のものであることを特徴とするセラミックフィルタ。

【請求項 2】

前記主流路は、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、 $(A - B) / B \geq 0.025$ の関係を満たすものである請求項 1 に記載のセラミックフィルタ。

【請求項 3】

前記多孔質体は、前記外周面を含む部分に、前記貫通孔のうちの一部の貫通孔 (特定貫通孔) と外部空間とを連通させるようにスリット状の補助流路が形成され、

10

20

前記特定貫通孔は、前記多孔質体の両端面の開口部を封止されており、

前記被浄化流体を、前記第一開口部から前記主流路に流入させ、前記濾過膜及び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ものである請求項 1 又は 2 に記載のセラミックフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

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。

10

【0002】

【従来の技術】

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。

【0003】

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 0.01～1.0 μm 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～数 100 μm 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。

20

【0004】

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、ハウジング内に収容し、基材外周面側と流路が開口する基材端面側とをオーリング等で気密的に隔離する構造とすることにより、クロスフロー型のフィルタとして利用されている。

30

【0005】

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。

【0006】

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、特許文献 1 参照）。

40

【0007】

特許文献 1 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。

【0008】

【特許文献 1】

50

特開 2002-210314 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

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。

【0010】

【課題を解決するための手段】

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貫通孔が複数形成された多孔質体と、前記貫通孔の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、前記濾過膜の内周側に被浄化流体の主流路が形成され、前記主流路は、前記多孔質体の前記一方の端面に第一開口部、前記多孔質体の前記他方の端面に第二開口部を有し、前記被浄化流体を、前記第一開口部から前記主流路に流入させ、前記濾過膜及び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、前記主流路は、流路方向に対して垂直な断面における流路徑を、前記第一開口部から前記第二開口部に至るまで連続して漸減させた構造のものであることを特徴とするセラミックフィルタが提供される。

10

【0011】

本発明においては、主流路が、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、 $(A - B) / B \geq 0.025$ の関係を満たすものであることが好ましい。

20

【0012】

本発明においては、多孔質体が、外周面を含む部分に、前記貫通孔のうちの一部の貫通孔（特定貫通孔）と外部空間とを連通させるようにスリット状の補助流路が形成され、前記特定貫通孔は、前記多孔質体の両端面の開口部を封止されており、前記被浄化流体を、封止されていない前記第一開口部から前記主流路に流入させ、前記濾過膜及び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ものであることが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】

30

以下、本発明の実施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。

【0014】

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貫通孔が複数形成された多孔質体と、貫通孔の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、前記濾過膜の内周側に被浄化流体の主流路が形成され、前記主流路は、前記多孔質体の前記一方の端面に第一開口部、前記多孔質体の前記他方の端面に第二開口部を有し、前記被浄化流体を、前記第一開口部から前記主流路に流入させ、前記濾過膜及び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、主流路は、流路方向に対して垂直な断面における流路徑を、前記第一開口部から前記第二開口部に至るまで連続して漸減させた構造のものであることを特徴とする。以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

40

【0015】

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まで貫通する貫通孔が複数形成された多孔質体2と、貫通孔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・ガス等の流体を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

50

入させ、濾過膜 5 及び多孔質体 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。

【0016】

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 における主流路 3 は、その流路方向に対して垂直な断面における流路徑を、多孔質体 2 の一方の端面 4 a における開口部（第一開口部 1 1）から、多孔質体 2 の他方の端面 4 b における開口部（第二開口部 1 2）に至るまで連続して漸減させた構造のものである。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「流路方向に対して垂直な断面における流路徑」とは、主流路の断面形状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。

10

【0017】

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ける主流路 3 は、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、 $(A-B)/B \geq 0.025$ の関係を満たすものであることが好ましく、 $(A-B)/B \geq 0.027$ の関係を満たすものであることが更に好ましく、 $(A-B)/B \geq 0.028$ の関係を満たすものである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。

20

【0018】

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 は、多孔質体 2 2 が、その外周面 2 6 を含む部分に、貫通孔のうちの一部の貫通孔（特定貫通孔）と外部空間とを連通させるようにスリット状の補助流路 2 5 が形成され、特定貫通孔は、多孔質体の両端面の開口部を封止されており（封止部 2 7）、被浄化流体を、第一開口部から主流路 2 3 に流入させ、濾過膜及び多孔質体 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ものであることが好ましい。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。

30

40

【0019】

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 μm 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、コージェライト、炭化珪素、陶磁器屑等を用いることができる。

【0020】

50

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 $5\ \mu\text{m}$ 未満のセラミック粒子からなる。骨材とともに坯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、コージュ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、 $10\sim35$ 質量%程度添加すればよい。

【0021】

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、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 $1\sim30\ \mu\text{m}$ 程度である。次いで、得られた多孔質体の貫通孔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）も包まれる。

【0022】

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 $0.1\sim5\ \mu\text{m}$ 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貫通孔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、有機バインダ、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貫通孔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 $0.1\sim5\ \mu\text{m}$ 程度である。

【0023】

本発明のセラミックフィルタは、主流路が、その流路方向に対して垂直な断面における流路を、多孔質体の一方の端面における開口部（第一開口部）から、多孔質体の他方の端面における開口部（第二開口部）に至るまで連続して漸減させた構造、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、多孔質体の貫通孔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、貫通孔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流路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。

【0024】

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貫通孔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。

【0025】

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34の排出完了後、濾過水側を減圧状態として多孔質体32を

10

20

30

40

50

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。

【0026】

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4a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4a、及び一方の端面4a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。

【0027】

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。

【0028】

また、図2に示すような、所定の補助流路25が形成されたセラミックフィルタ21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25は、多孔質体22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25を形成すべき特定貫通孔の列と外部空間とが連通されるように破断して形成すればよい。ここで、補助流路25と連通される特定貫通孔については、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22の両端面の開口部を目詰め部材等により封止して封止部27を形成する。なお、特定貫通孔の内壁面には濾過膜を形成する必要はない。

【0029】

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41は、多孔質体42の貫通孔の内壁面に所定の濾過膜45が形成されてなり、多孔質体2の一方の端面4a、及びその近傍の濾過膜45にシール材43が被覆形成されており、このシール材43の部分において、Oリング46を介してハウジング44内に収容されている。このセラミックフィルタ41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4a側の第一開口部から被浄化水を流入させ、濾過膜45と多孔質体42の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体42の外周面6から浄化水として取り出す。

【0030】

濾過の繰り返しに伴い、濾過膜45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42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45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。

【0031】

【実施例】

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。

【0032】

（実施例1～5）

骨材として、粒径が5～300μm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0.5～5μm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貫通孔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180mm、流路の内径2.2mm、長さ1000mm、貫通孔数が約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 $10\ \mu\text{m}$ であった。

【0033】

次いで、粒径が $0.5 \sim 10\ \mu\text{m}$ 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37を使用して多孔質体32の貫通孔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33（中間膜製膜用スラリー）を多孔質体32の貫通孔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。

【0034】

次いで、粒径が $0.1 \sim 1.0\ \mu\text{m}$ 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の貫通孔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の貫通孔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 $0.1\ \mu\text{m}$ であった。

【0035】

（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。

【0036】

【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

【0037】

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。

【0038】

（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 $2\ \text{m}^3/\text{日}$ 、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 $1.5\ \text{l}/\text{m}^2$ の水を $500\ \text{kPa}$ 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 $0.5\ \text{l}/\text{m}^2$ の水を $150\ \text{kPa}$ 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 $25.2 \sim 152.1\ \text{g}$ 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。

【0039】

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、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフを図5～10に示す。

【0040】

10

【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

【0041】

表 2、及び図 5～10 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、主流路が、その流路方向に対して垂直な断面における流路徑を、第一開口部から第二開口部に至るまで連続して漸減させた構造の実施例 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

10

20

30

40

50

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。

【0042】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のセラミックフィルタは、主流路が、その流路方向に対して垂直な断面における流路を、第一開口部から第二開口部に至るまで連続して漸減させた構造のものであるため、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。

【図面の簡単な説明】

【図1】 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。 10

【図2】 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】 製膜方法の一例を模式的に示す図面である。

【図4】 ハウジング内に収容されたセラミックフィルタの概略断面図である。

【図5】 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】 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】 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。 20

【図8】 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。

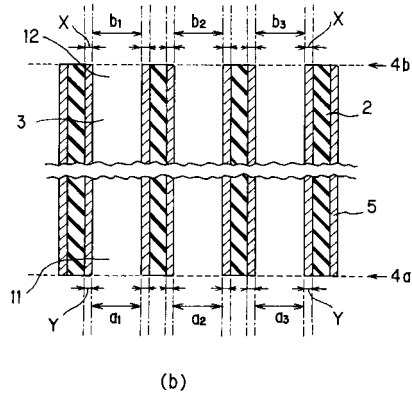
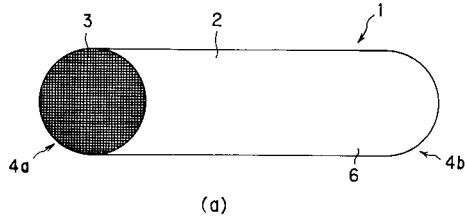
【図9】 実施例5のセラミックフィルタの逆洗結果を示す、「 $\{(A - B) / B\} \times 100$ 」の値に対して主流路数をプロットしたグラフである。

【図10】 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。

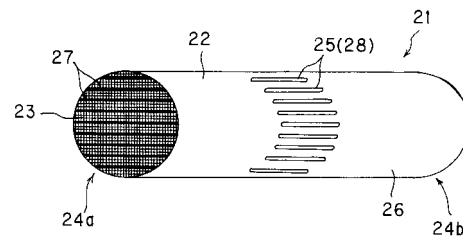
【符号の説明】

1, 21, 41…セラミックフィルタ、2, 22, 32, 42…多孔質体、3, 23…主流路、4a, 24a…一方の端面、4b, 24b…他方の端面、5, 45…濾過膜、6, 26, 36…外周面、11…第一開口部、12…第二開口部、25…補助流路、27…封止部、28…補助流路の出口、33…製膜用スラリー、34…濾過水、37…製膜装置、43…シール材、44…ハウジング、46…Oリング、 a_1, a_2, a_3 …第一開口部における開口径、 b_1, b_2, b_3 …第二開口部における開口径、P…真空ポンプ、X…第二開口部における濾過膜の膜厚、Y…第一開口部における濾過膜の膜厚。 30

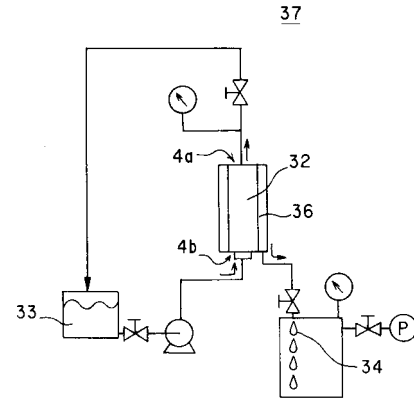
【図 1】



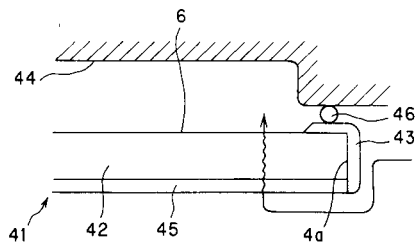
【図 2】



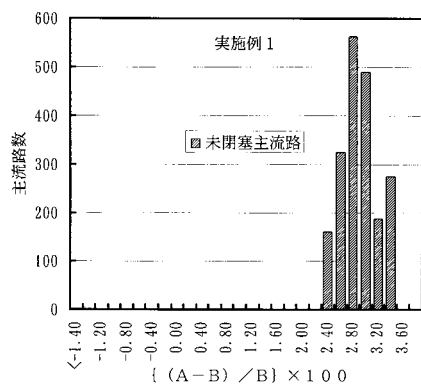
【図 3】



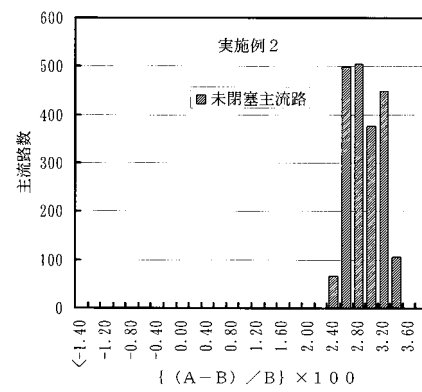
【図 4】



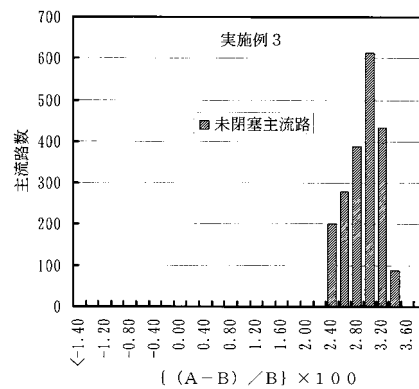
【図 5】



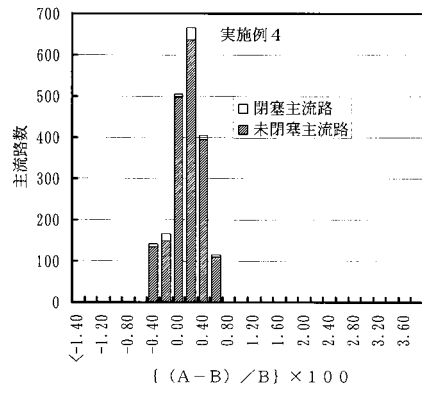
【図 6】



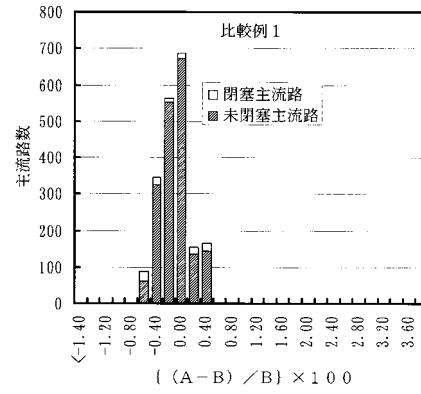
【図 7】



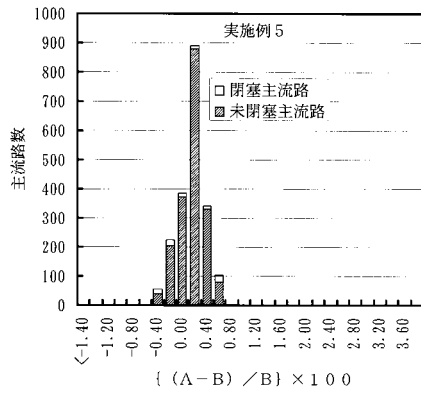
【図 8】



【図 10】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-057421 (JP, A)
特開平06-099039 (JP, A)
特開平11-123308 (JP, A)
特開平09-313831 (JP, A)
特開平11-169679 (JP, A)
特開平06-506138 (JP, A)
特開昭61-033209 (JP, A)
特開2001-062266 (JP, A)
特開2001-259326 (JP, A)
特開2002-349231 (JP, A)
特開2001-232615 (JP, A)
特開2001-269921 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 29/00-39/20

B01D 71/02