

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3953245号  
(P3953245)

(45) 発行日 平成19年8月8日(2007.8.8)

(24) 登録日 平成19年5月11日(2007.5.11)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 4 B 19/22 (2006.01)

B 2 4 B 19/22

F O 1 N 3/02 (2006.01)

F O 1 N 3/02 3 O 1 C

F O 1 N 3/02 3 O 1 Z

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-1719 (P2000-1719)  
 (22) 出願日 平成12年1月7日(2000.1.7)  
 (65) 公開番号 特開2001-191240 (P2001-191240A)  
 (43) 公開日 平成13年7月17日(2001.7.17)  
 審査請求日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(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 100086586  
 弁理士 安富 康男  
 (74) 代理人 100128945  
 弁理士 東 毅  
 (72) 発明者 太田 拓児  
 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ  
 ン株式会社大垣北工場内

審査官 今関 雅子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハニカム構造体の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

円板形状の台金部の外周部を含む部分に砥石が配設された切削部材、又は、有底円筒形状の台金部の円筒先端外周部を含む部分に砥石が配設された切削部材を回転させて切削加工を行うことにより、

多数の貫通孔が多孔質の隔壁を隔てて長手方向に並設され、前記隔壁がフィルタとして機能するハニカム構造体を作製する方法であって、

多数の貫通孔が長手方向に並設された複数の多孔質セラミック部材を接着することにより、多孔質セラミック材料を作製し、

前記多孔質セラミック材料の少なくとも一部分を前記切削部材で削り取ることを特徴とするハニカム構造体の作製方法。

10

## 【請求項2】

多孔質セラミック材料を回転させながら、前記多孔質セラミック材料の少なくとも一部分を削り取る請求項1記載のハニカム構造体の作製方法。

## 【請求項3】

前記削り取り作業を多孔質セラミック材料の長手方向に垂直な面で行った後に、平行な方向に移動し、多孔質セラミック材料の全面に渡って繰り返し行うことを特徴とする請求項1又は2に記載のハニカム構造体の作製方法。

## 【請求項4】

前記切削部材の回転速度は、100～3600m/分であることを特徴とする請求項1

20

～ 3 のいずれか 1 に記載のハニカム構造体の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、円板の円周部分に砥石が配設された切削部材等を用いて、多孔質セラミック材料を様々なサイズ及び形状に削り取ることによりハニカム構造体を作製する方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

乗用車、バス、トラック等の車両や建設機械等の内燃機関から排出される排気ガス中に含有されるパティキュレートが環境や人体に害を及ぼすことが最近問題となっている。

この排気ガスを多孔質セラミックを通過させることにより、排気ガス中のパティキュレートを捕集して排気ガスを浄化するセラミックフィルタが種々提案されている。

【 0 0 0 3 】

このようなセラミックフィルタは、通常、図 7 に示したように多孔質セラミック部材 6 0 が接着層 5 1 を介して複数個結束されてセラミックフィルタ 5 0 を構成している。また、この多孔質セラミック部材 6 0 は、図 8 に示したように、長手方向に多数の貫通孔 6 2 が並設され、貫通孔 6 2 同士を隔てる隔壁 6 3 がフィルタとして機能するようになっている。

【 0 0 0 4 】

すなわち、多孔質セラミック部材 6 0 に形成された貫通孔 6 2 は、排気ガスの入り口側又は出口側の端部のいずれかが充填材 6 1 により目封じされ、一の貫通孔 6 2 に流入した排気ガスは、必ず貫通孔 6 2 を隔てる隔壁 6 3 を通過した後、他の貫通孔 6 2 から流出するようになっており、排気ガスがこの隔壁 6 3 を通過する際、パティキュレートが隔壁 6 3 部分で捕捉され、排気ガスが浄化される。

【 0 0 0 5 】

従来、このような多孔質セラミック部材 6 0 は、まず、セラミック粉末とバインダーと分散媒液とを混合して混合組成物を調製し、その後混合組成物の押出成形等を行うことにより柱状のセラミック成形体を作製し、さらに、セラミック成形体を焼成することにより製造していた。

【 0 0 0 6 】

また、得られた多孔質セラミック部材を多数接着剤で接着して多孔質セラミック材料を作製した後、この多孔質セラミック材料を図 7 に示すような円筒形状に切断してハニカム構造体を作製し、その周囲にシール材 5 2 の層を形成して、セラミックフィルタ 5 0 として用いていた。

【 0 0 0 7 】

この多孔質セラミック材料を円筒形状に切断する際には、図 9 に示すような装置を用いて切断を行っていた。

すなわち、多孔質セラミック材料 7 3 を固定具 7 2 に配設された 2 つの押さえ部材 7 4 で、上下から回転可能に軸支し、作業者が多孔質セラミック材料 7 3 をハンドル（図示せず）で回転させながら、エンドレス式のテーブ形状の平刃 7 1 を回転させることにより切断していた。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、この切断方法では、テーブ形状の平刃 7 1 を用い、円筒形状（曲面形状）に切断しており、加工自体に無理があるため、作製する製品に欠け等が発生する場合も多く、また、平刃 7 1 自体にも無理な負荷がかかるため、刃が短期間で使用不能となっていた。

【 0 0 0 9 】

また、平刃 7 1 はエンドレス式であるため、装置に平刃 7 1 を回転させるためのクリアランス（隙間）が必要となる。しかし、切断中に平刃 7 1 に抵抗がかかると、平刃 7 1 の位

10

20

30

40

50

置がクリアランス分ずれ、製品のサイズにバラツキが生じるという問題があった。

さらに、平刃 71 は薄いため、切断中に平刃 71 がたわみ、製品の場所により、その寸法にバラツキが生じるという問題もあった。

さらに、平刃 71 のたわみ等により、製品の端面と切断面との角度が直角とならないという問題もあった。

#### 【0010】

そこで、これらの問題を解決するために、本発明者らは、先に、図 10 に示すような一端部に砥石 82 が形成された円筒形状の切断部材 80 を用い、円筒の中心を回転軸として回転させながら多孔質セラミック材料を円筒形状に切断し、ハニカム構造体を作製するという新たな切断方法を開発した。

10

#### 【0011】

このような切断部材を使用した切断方法により、欠けやチッピングを生ずることなく、寸法にバラツキを生ずることなく、精密な寸法のものを作製することができるようになったが、この切断部材 80 による切断加工は、多孔質セラミック材料の中抜き加工であるため、切断部材 80 のサイズにより目的とするハニカム構造体のサイズが決定される。逆にいうと目的とするハニカム構造体のサイズにより切断部材 80 のサイズが決定するため、切断部材 80 の共通化が出来ず、目的とするハニカム構造体のサイズの変更があるたびに切断部材 80 を作製し直さなければならず、この切断部材 80 を作製するための期間も必要であるため、生産効率の面で改良の余地があった。

#### 【0012】

20

さらに、円筒形状の切断部材 80 による多孔質セラミック材料の中抜き加工であるため、得られるハニカム構造体は、円柱状のものに限られ、楕円柱形状等の複雑な形状のものを作製することは困難であり、また、作製する製品の直径毎に切断部材を用意しておく必要があるため、コスト面でも不利であった。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者は、様々なサイズ及び形状のハニカム構造体を効率よく作製することができる方法を開発することを目的に鋭意検討を行ったところ、円板形状の台金部の外周部を含む部分に砥石が配設された切削部材を用いて切削加工を行う方法が上記目的にほぼ合致する方法であることを見出し、本発明を完成するに至った。

30

#### 【0014】

すなわち、本発明のハニカム構造体の作製方法は、円板形状の台金部の外周部を含む部分に砥石が配設された切削部材、又は、有底円筒形状の台金部の円筒先端外周部を含む部分に砥石が配設された切削部材を回転させて切削加工を行うことにより、多数の貫通孔が多孔質の隔壁を隔てて長手方向に並設され、前記隔壁がフィルタとして機能するハニカム構造体を作製する方法であって、多数の貫通孔が長手方向に並設された複数の多孔質セラミック部材を接着することにより、多孔質セラミック材料を作製し、上記多孔質セラミック材料の少なくとも一部分を上記切削部材で削り取ることを特徴とするものである。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

40

以下、本発明のハニカム構造体の作製方法について、図面を参照しながら説明する。

#### 【0016】

本発明のハニカム構造体の作製方法では、円板形状の台金部の外周部を含む部分に砥石が配設された切削部材、又は、有底円筒形状の台金部の円筒先端外周部を含む部分に砥石が配設された切削部材を用いて切削加工を行う。

#### 【0017】

本発明では、切削部材として、図 1、3、4 に示した 3 つのタイプの切削部材 10、20、30 を用いるので、これらの切削部材 10、20、30 を用いたハニカム構造体の作製方法について、以下において、順次、説明を行っていくこととする。

#### 【0018】

50

図 1 ( a ) は、本発明のハニカム構造体の作製方法において用いる切削部材の一例であるストレートホイールタイプの切削部材を模式的に示した断面図であり、( b ) は ( a ) に示した切削部材の平面図である。

この切削部材 1 0 は、合金部 1 1 と砥石 1 2 とからなり、円板形状の合金部 1 1 の外周部に砥石 1 2 が配設されている。

【 0 0 1 9 】

合金部 1 1 は特に限定されないが、例えば、鉄、S U S 等の金属を円板形状に加工したものが好ましい。

また、その直径も、切削する材料にもよるため特に限定されないが、通常、8 0 ~ 3 0 0 mm 程度、厚みは 1 ~ 3 0 mm 程度が好ましい。

10

【 0 0 2 0 】

砥石 1 2 のサイズは、切削する材料にもよるため特に限定されないが、通常、その厚さ  $d_1$  は、1 ~ 1 0 mm、その幅  $l_1$  は、1 ~ 3 0 mm が好ましい。

【 0 0 2 1 】

砥石 1 2 は、ダイヤモンド砥粒をメタルボンドを用いて接着、成形したものであり、円板形状の合金部 1 1 の外周部に接合できるように、環状に形成されている。また、砥石 1 2 はメタルボンドを用いて形成されたものであるが、その他、レジンボンド、ビトリファイ等を用いても良い。

【 0 0 2 2 】

上記ダイヤモンド砥粒の粒度は、# 1 0 ~ # 1 0 0 0 程度の粒度を有するダイヤモンド砥粒を 5 ~ 1 0 0 の集中度で含むものが好ましい。特に、5 0 ~ 1 0 0 程度の集中度が好適である。

20

なお、集中度とは、 $1 \text{ cm}^3$  当たりに含まれるダイヤモンド砥粒の重さをいい、集中度 1 0 0 の場合には、 $1 \text{ cm}^3$  当たり 4 . 4 カラットのダイヤモンド砥粒が含まれている。

【 0 0 2 3 】

本発明で切削処理の対象となる多孔質セラミック材料は、図 8 に示した多数の貫通孔 6 2 が多孔質の隔壁 6 3 を隔てて長手方向に並設され、隔壁 6 3 がフィルタとして機能する多孔質セラミック部材 6 0 を多数接着剤で接着して作製したものである。

【 0 0 2 4 】

多孔質セラミック部材 6 0 は、多孔質のセラミックからなるものであれば特に限定されないが、例えば、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、窒化硼素、窒化チタン、炭化チタン等の非酸化物系セラミックからなる多孔質体；アルミナ、コージェライト、ムライト、シリカ、ジルコニア、チタニア等からなる多孔体等を挙げることができる。

30

【 0 0 2 5 】

多孔質セラミック部材 6 0 の密度も特に限定されるものではないが、余り密度が高いものであると、切削処理に時間を要し、切削中に温度が上昇しすぎて、切削処理が困難となる場合もあるため好ましくない。

【 0 0 2 6 】

本発明のハニカム構造体の作製方法では、多孔質セラミック材料の不要部分を切削部材で削り取ることにより、ハニカム構造体を作製する。

40

【 0 0 2 7 】

図 2 は、プランジカット加工により、多孔質セラミック材料 1 3 の不要部分を切削部材 1 0 で削り取る様子を模式的に示した平面図である。

【 0 0 2 8 】

多孔質セラミック材料 1 3 は、固定具 ( 図示せず ) に固定されている。本発明では、まず、矢印で示したように、切削部材 1 0 を回転させながら多孔質セラミック材料 1 3 の長手方向に対して垂直、かつ、多孔質セラミック材料 1 3 に向かう方向に平行移動させ、一定幅の部分を削除する。続いて、多孔質セラミック材料 1 3 中に切削部材 1 0 が食い込んだ状態で円形状に周回しながら一定幅の部分を全て削除し、ハニカム構造体の一部 1 4 を作製する。

50

## 【 0 0 2 9 】

次に、切削部材 1 0 を先程と反対方向に平行移動させて、多孔質セラミック材料 1 3 から引き離す。続いて、切削部材 1 0 を、多孔質セラミック材料 1 3 の長手方向に平行な方向に砥石 1 2 の厚さの分だけ移動させ、次に、前の工程と同様に加工が施されていない部分の加工を行う。

上記した一連の加工操作を多孔質セラミック材料 1 3 の全面に渡って繰り返し行うことにより、ハニカム構造体を作製することができる。

## 【 0 0 3 0 】

切削部材 1 0 の加工周速としては、多孔質セラミック材料の材質、目的のハニカム構造体の形状及び削り取る量等に合わせて適宜調整されるが、1 0 0 ~ 5 0 0 0 m / 分が好ましい。

10

また、送り速度としては最大各軸 3 2 m / 分まで可能である。

## 【 0 0 3 1 】

上記ハニカム構造体の作製方法では、多孔質セラミック材料 1 3 を完全に固定し、切削部材 1 0 のみを移動させて切削加工を行ったが、本発明では、多孔質セラミック材料 1 3 を回転が可能な装置に取り付け、多孔質セラミック材料 1 3 を回転させながら切削加工を行ってもよい。

むしろ、多孔質セラミック材料 1 3 を回転させる方法は、加工周速を上げることができ、より効率的にハニカム構造体を作製することができるため、より好ましい。

## 【 0 0 3 2 】

20

この場合には、切削部材 1 0 を回転させながら、切削部材 1 0 と同方向に回転している多孔質セラミック材料 1 3 の長手方向に対して垂直、かつ、多孔質セラミック材料 1 3 に向かう方向に平行移動させ、一定幅の部分を全て削除し、ハニカム構造体の一部を作製する。

次に、切削部材 1 0 を先程と反対方向に平行移動させて、多孔質セラミック材料 1 3 から引き離す。続いて、切削部材 1 0 を、多孔質セラミック材料 1 3 の長手方向に平行な方向に砥石 1 2 の厚さの分だけ移動させ、前の工程と同様に加工が施されていない部分の加工を行う。

上記した一連の加工操作を多孔質セラミック材料 1 3 の全面に渡って繰り返し行うことにより、ハニカム構造体を作製することができる。

30

## 【 0 0 3 3 】

この方法において、コンピュータを用いた N C (numerical control) 制御により、切削部材 1 0 の位置を多孔質セラミック材料 1 3 の回転に同期させて移動させることにより、種々の形状のハニカム構造体を作製することができる。

## 【 0 0 3 4 】

このとき、多孔質セラミック材料 1 3 の周速は、1 ~ 3 0 0 m / 分の範囲で調整することができる。

## 【 0 0 3 5 】

上記ハニカム構造体の作製方法を用いることにより、作製するハニカム構造体の大きさや形状に拘わらず単一の切削部材を用いることができるため、多種類の切削部材を用意する必要がなく、加工コストを削減することができる。

40

## 【 0 0 3 6 】

また、上記したように、円柱形状のハニカム構造体のみでなく、楕円柱形状等の他の形状のハニカム構造体も、比較的容易に作製することができる。また、廃材がすべて粉塵となるため廃材処理が集塵機のみで行うことができ、更にコスト削減が可能である。

## 【 0 0 3 7 】

さらに、加工速度も、円柱形状の切断部材 (図 1 0 参照) を用いた場合と比較して、2 ~ 4 倍程度になるため、より効率的にハニカム構造体を作製することができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 3 は、本発明のハニカム構造体の作製方法で用いる切削部材の別の一例であるカップ型

50

タイプの切削部材を模式的に示した断面図である。

この切削部材 20 では、有低円筒状の台金部 21 の先端外周部と先端部とに、先端部砥石 22a と外周部砥石 22b とからなる砥石 22 が配設されている。

【0039】

台金部 21 の材質及びその大きさは、図 1 に示す切削部材 10 の台金部 11 とほぼ同様である。また、側面部 21b のの高さは、10 ~ 100 mm 程度が好ましい。砥石 22 の材質は、図 1 に示す砥石 12 と同様である。

【0040】

また、先端部砥石 22a 及び外周部砥石 22b の厚さ  $d_2$  は、1 ~ 10 mm が好ましく、これらの幅  $l_2$ 、 $m_2$  は、1 ~ 30 mm が好ましい。

10

【0041】

この切削部材 20 を用いてハニカム構造体を作製する際には、多孔質セラミック材料の不要部分を切削部材で削り取ることにより、ハニカム構造体を作製する。

【0042】

図 5 は、切削部材 20 を用いたトラバース加工によりハニカム構造体 24 を作製する様子を模式的に示した正面図である。

【0043】

まず、この加工方法では、多孔質セラミック材料 23 を回転装置（図示せず）に取り付けた後、切削部材 20 を多孔質セラミック材料 23 の一端部より少し離れた位置にセットする。続いて、多孔質セラミック材料 23 及び切削部材 20 を同方向に回転させながら、多孔質セラミック材料 23 の一端部の図 5 に示した加工位置まで移動させ、多孔質セラミック材料 23 の加工を開始する。

20

なお、多孔質セラミック材料 23 及び切削部材 20 の回転方向は、同方向であれば右回りであっても、左回りであっても差し支えない。

【0044】

その後、通常は、切削部材 20 を多孔質セラミック材料 23 の長手方向に垂直となる x、y 方向については固定し、長手方向に平行となる方向、すなわち z 軸方向については、z 軸に平行な方向に序々に移動させながら切削加工を行い、ハニカム構造体 24 を作製する。

この場合にも、コンピュータを用いた NC 制御により、切削部材 10 の位置を多孔質セラミック材料 13 の回転に同期させて移動させることにより、種々の形状のハニカム構造体を作製することができる。

30

【0045】

切削部材 20 の加工周速としては、多孔質セラミック材料の材質、目的のハニカム構造体の形状及び削り取る量等に合わせて適宜調整されるが、100 ~ 3600 m / 分が好ましい。

このとき、多孔質セラミック材料 23 の回転数は、1 ~ 300 m / 分の範囲で調整することが可能である。

【0046】

また、送り速度は、最大各軸 32 m / 分まで、切削部材 20 の多孔質セラミック材料 23 の長手方向に移動する速度は、最大で 50 mm / (多孔質セラミック材料 1 回転) の速度まで可能である。

40

【0047】

切削部材 20 を用いる場合にも、多孔質セラミック材料 23 を完全に固定し、切削部材 20 のみを移動させる方法をとることもできる。

【0048】

図 6 は、ヘリカル加工にて作製したハニカム構造体と切削時の切削部材の軌跡を示す平面図である。

この加工法では、切削部材 20 の砥石 22 が 2 点鎖線 41 で示した軌跡を描くように多孔質セラミック材料を切削しながら移動させ、最終的にハニカム構造体 40 を作製する。

50

## 【 0 0 4 9 】

図 3 に示した切削部材 2 0 を用い、トラバース加工法やヘリカル加工法を用いてハニカム構造体を作製することにより、切削部材 1 0 を用いた場合と同様の効果が得られる。また、切削部材 2 0 を用いた場合には、切削部材 2 0 を多孔質セラミック材料の長手方向に垂直な方向に往復運動させることなく、多孔質セラミック材料の長手方向に平行に移動させることができるため、連続して切削加工を行うことができ、より効率的にハニカム構造体を作製することができる。

## 【 0 0 5 0 】

図 4 は、本発明のハニカム構造体の作製方法で用いる切削部材の更に別の一例である L 字型ストレートホイールタイプの切削部材を模式的に示した断面図である。

10

この切削部材 3 0 は、円板状の台金部 3 1 の外周部と下面縁部とに外周部砥石 3 2 b と縁部砥石 3 2 a とからなる断面視 L 字型の砥石 3 2 が配設されている。

## 【 0 0 5 1 】

この切削部材 3 0 の台金部 3 1 の材質、直径及び厚さは、図 1 に示す切削部材 1 0 の台金部 1 1 と同様である。

また、砥石 3 2 は、外周部砥石 3 2 b と縁部砥石 3 2 a の厚さ  $d_3$  は、1 ~ 1 0 mm が好ましく、これらの幅  $l_3$ 、 $m_3$  は、1 ~ 3 0 mm が好ましい。

## 【 0 0 5 2 】

この切削部材 3 0 を用いたハニカム構造体の作製方法では、多孔質セラミック材料の不要部分を切削部材で削り取ることにによりハニカム構造体を作製する。

20

## 【 0 0 5 3 】

多孔質セラミック材料の不要部分を削り取る方法としては、図 3 で示した切削部材 2 0 を用いたトラバース加工法やヘリカル加工法を採用することができるほか、図 2 に示した切削部材 1 0 を用いたプランジカット加工法も採用することができる。

## 【 0 0 5 4 】

図 4 に示した切削部材 3 0 を用い、トラバース加工法やヘリカル加工法を用いてハニカム構造体を作製することにより、図 3 に示した切削部材 3 0 を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

## 【 0 0 5 5 】

## 【 発明の効果 】

30

本発明のハニカム構造体の作製方法は、上述の通りであるので、この作製方法を用いることにより、作製するハニカム構造体の寸法に拘わらず単一の切削部材を用いることができ、加工コストを削減することができる。

また、円柱形状以外の形状のハニカム構造体も容易に作製することができ、加工速度も増加するため、より効率的にハニカム構造体を作製することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 ( a ) は、本発明のハニカム構造体の作製方法に用いる切削部材の一例を模式的に示した断面図であり、( b ) は、( a ) で示した切削部材の平面図である。

【 図 2 】 図 1 に示した切削部材を用いた切削方法の一例を模式的に示した平面図である。

【 図 3 】 本発明のハニカム構造体の作製方法に用いる切削部材の別の一例を模式的に示した断面図である。

40

【 図 4 】 本発明のハニカム構造体の作製方法に用いる切削部材の更に別の一例を模式的に示した断面図である。

【 図 5 】 図 3 に示した切削部材を用いた切削方法の一例を模式的に示した正面図である。

【 図 6 】 図 3 に示した切削部材を用いた切削方法により作製されたハニカム構造体及び切削部材の軌跡を示す平面図である。

【 図 7 】 セラミックフィルタを模式的に示した斜視図である。

【 図 8 】 ( a ) は、多孔質セラミック部材を模式的に示した斜視図であり、( b ) は、( a ) 図における A - A 線断面図である。

【 図 9 】 従来の多孔質セラミック材料の切断方法を模式的に示した正面図である。

50

【図 10】本発明に先立って開発した多孔質セラミック材料の切断部材を模式的に示した斜視図である。

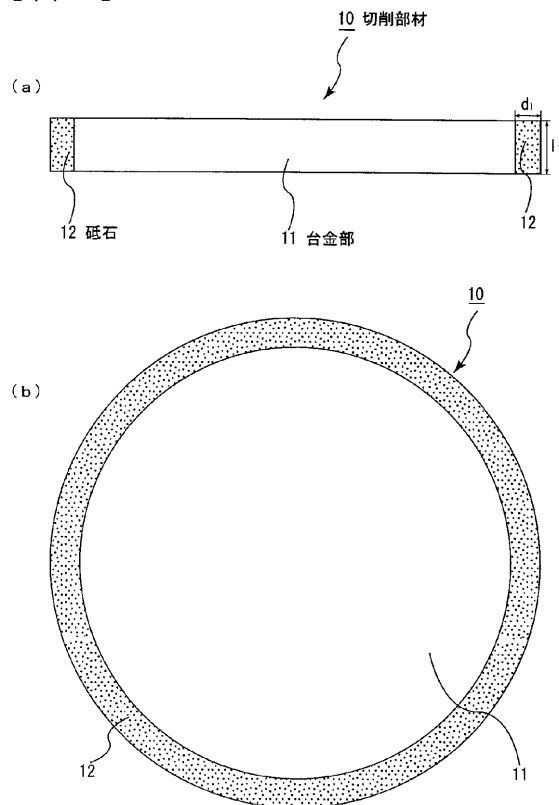
【符号の説明】

- 10、20、30 切削部材
- 11、21、31 台金部
- 12、22、32 砥石
- 13、23 多孔質セラミック材料
- 14、24 ハニカム構造体の一部
- 21a 底面部
- 21b 側面部
- 22、32 砥石
- 22a 先端部砥石
- 22b、32b 円周部砥石
- 32a 縁部砥石
- 40 ハニカム構造体
- 41 軌跡
- 50 セラミックフィルタ
- 51 接着層
- 52 シール材
- 53 隔壁
- 60 多孔質セラミック部材
- 61 充填材
- 62 貫通孔
- 63 隔壁

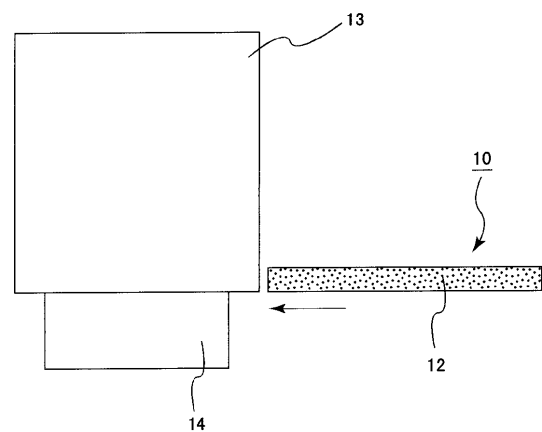
10

20

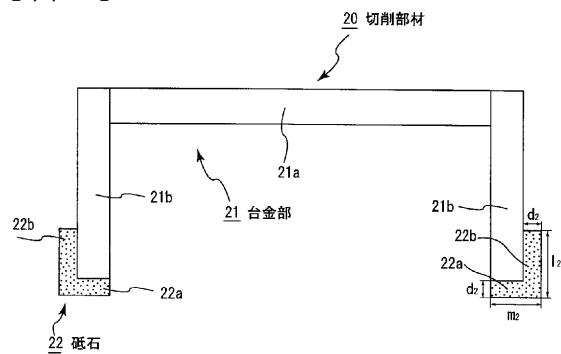
【図 1】



【図 2】

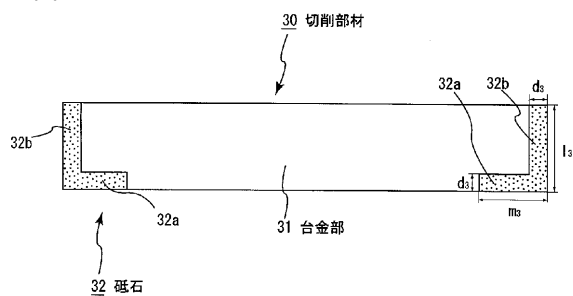


【図 3】

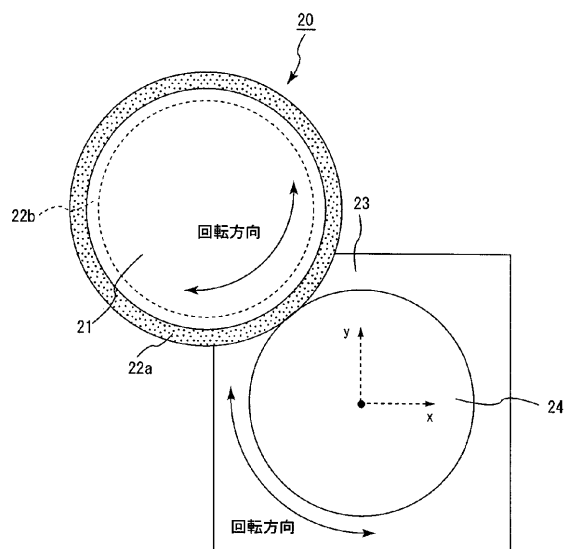




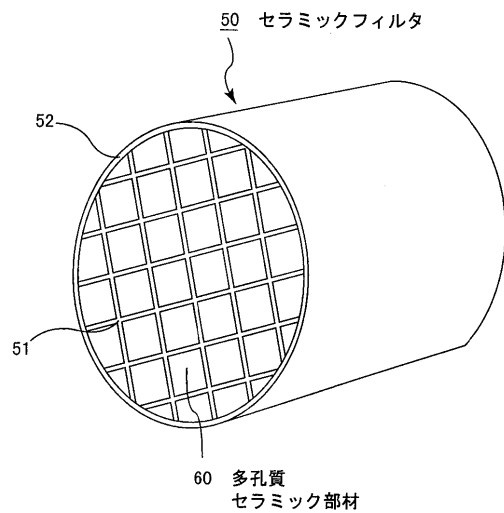
【図4】



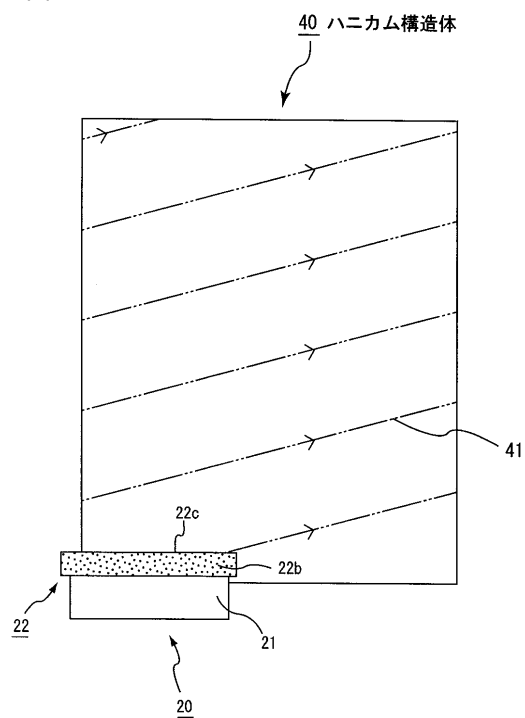
【図5】



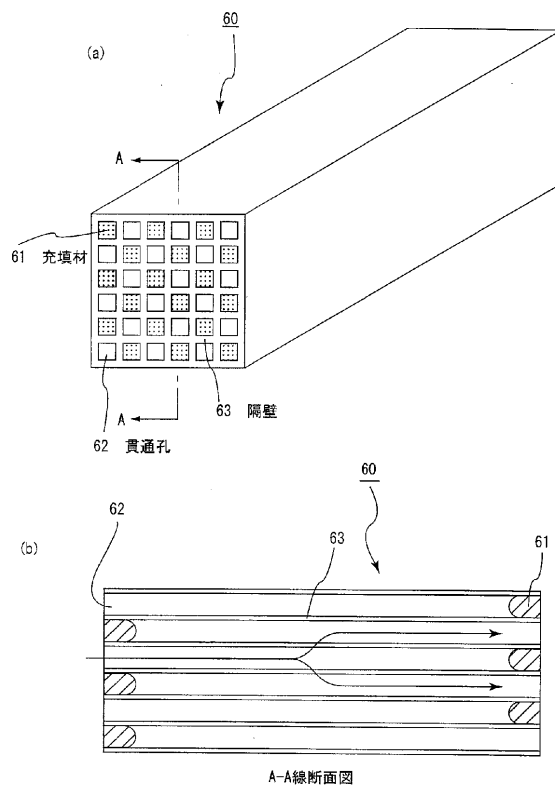
【図7】



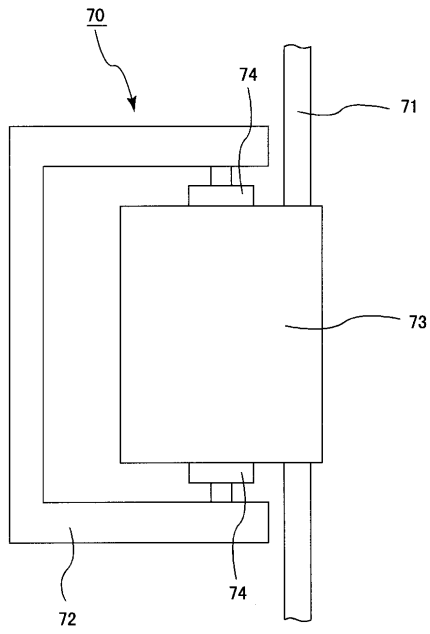
【図6】



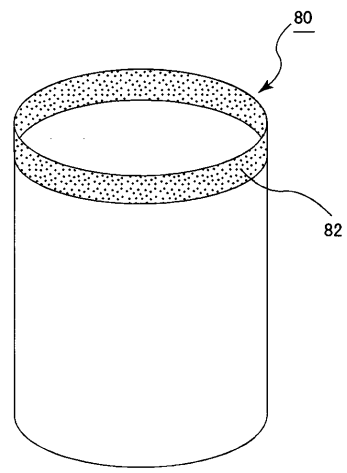
【図8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-028246(JP,A)  
特開平03-275309(JP,A)  
特開平01-199705(JP,A)  
特開平11-320354(JP,A)  
特開平10-299454(JP,A)  
特開平09-155131(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B24B 1/00-19/22