

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 12 月 19 日(19.12.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/186922 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 39/20 (2006.01) *C04B 41/85* (2006.01)
B01D 46/00 (2006.01) *F01N 3/022* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/065390
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 15 日(15.06.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5038604 岐阜県大垣市神田町 2 丁目 1 番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 柴田 俊明 (SHIBATA Toshiaki) [JP/JP]; 〒5010695 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事業場内 Gifu (JP). 三輪 勇樹 (MIWA Yuki) [JP/JP]; 〒5010695 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事業場内 Gifu (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所 (YASUTOMI & Associates); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原 3 丁目 5 番 3 6 号 Osaka (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

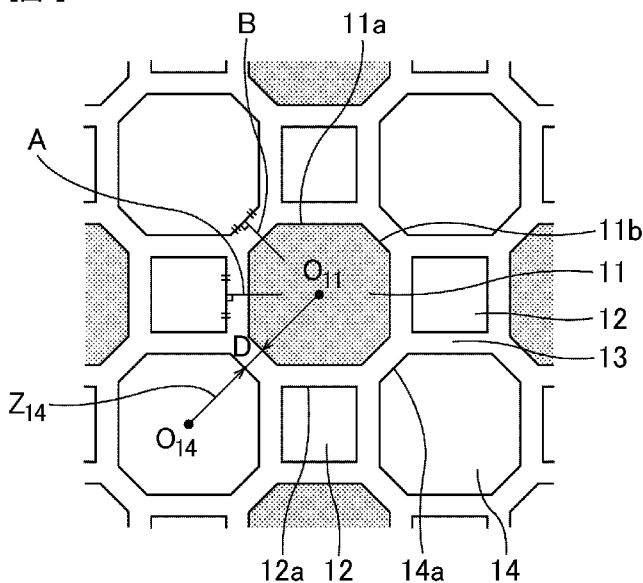
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HONEYCOMB FILTER

(54) 発明の名称: ハニカムフィルタ

[図1]



(57) Abstract: This honeycomb filter is provided with an exhaust gas introduction cell with the exhaust gas inlet-side end thereof open and the exhaust gas outlet-side end thereof sealed, and an exhaust gas discharge cell with the exhaust gas outlet-side end thereof open and the exhaust gas inlet-side end thereof sealed. The honeycomb filter is characterized in that the exhaust gas introduction cell is adjacent to the entire periphery of the exhaust gas discharge cell with a porous cell partition wall therebetween, the exhaust gas introduction cell is composed of two types: a first exhaust gas introduction cell; and a second exhaust gas introduction cell the cross-sectional area of the cross-section of which in the direction perpendicular to a cell longitudinal direction is larger than that of the first exhaust gas introduction cell, the cell cross-sectional area of the exhaust gas discharge cell is the same as or larger than the cell cross-sectional area of the second exhaust gas introduction cell, the exhaust gas discharge cell and the exhaust gas introduction cell are both formed by a polygon, and the length of a side facing the exhaust gas discharge cell among sides composing the cross-sectional shape of the first exhaust gas introduction cell is longer than the length of a side facing the exhaust gas discharge cell among sides composing the cross-sectional shape of the second exhaust gas introduction cell.

charge cell among sides composing the cross-sectional shape of the second exhaust gas introduction cell.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/186922 A1



本発明のハニカムフィルタは、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルと、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルとを備えたハニカムフィルタであって、排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて排ガス導入セルが隣接し、排ガス導入セルは、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルの2種類からなり、かつ、排ガス排出セルのセルの断面積は、第2排ガス導入セルのセルの断面積と同じであるかそれよりも大きく、排ガス排出セルおよび排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セルと対面している辺の長さが、第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セルと対面している辺の長さよりも長いことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： ハニカムフィルタ

技術分野

[0001] 本発明は、ハニカムフィルタに関する。

背景技術

[0002] ディーゼルエンジン等の内燃機関から排出される排ガス中には、スス等のパーティキュレート（以下、PMともいう）が含まれており、近年、このPMが環境または人体に害を及ぼすことが問題となっている。また、排ガス中には、CO、HCまたはNO_x等の有害なガス成分も含まれていることから、この有害なガス成分が環境または人体に及ぼす影響についても懸念されている。

[0003] そこで、内燃機関と連結されることにより排ガス中のPMを捕集したり、排ガスに含まれるCO、HCまたはNO_x等の排ガス中の有害なガス成分を浄化したりする排ガス浄化装置として、コーゼライトや炭化ケイ素等の多孔質セラミックからなるハニカム構造のフィルタ（ハニカムフィルタ）が種々提案されている。

[0004] また、これらのハニカムフィルタでは、内燃機関の燃費を改善し、圧力損失の上昇に起因する運転時のトラブル等をなくすために、初期の圧力損失が低いハニカムフィルタや、所定量のPMが堆積した際に圧力損失の上昇割合が低いハニカムフィルタが種々提案されている。

[0005] このようなフィルタを開示した発明として、特許文献1および特許文献2が挙げられる。

図17（a）は、特許文献1に記載のハニカムフィルタを模式的に示した斜視図であり、図17（b）は、上記ハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体を模式的に示す斜視図である。また、図17（c）～（d）は、上記ハニカムフィルタを模式的に示した端面拡大図である。

[0006] 特許文献1には、図17（a）～（d）に示すように、排ガス入口側の端部

が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セル 102 と、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セル 101 とを備え、排ガス排出セル 101 のセルの長手方向に垂直な断面の断面形状が正方形、排ガス導入セル 102 のセルの長手方向に垂直な断面の断面形状が八角形で、これら排ガス排出セル 101 と排ガス導入セル 102 とが交互に（チェックパターンに）配置されたハニカム焼成体 100 が複数個接着材層 105 により結束され、外周に外周コート層 106 が形成されたハニカムフィルタ 90 が開示されている。

[0007] 以下、本明細書においては、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止されたセルを、単に、排ガス排出セルと表記する場合がある。また、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止されたセルを、単に、排ガス導入セル、第 1 排ガス導入セル、第 2 排ガス導入セルと表記する場合がある。

単に、セルと記載した場合は、排ガス排出セルおよび排ガス導入セルの両方を示す。

[0008] さらに、排ガス導入セル、排ガス排出セル等のセルの長手方向に対して垂直方向の断面を、単に、排ガス導入セル、排ガス排出セル等の断面と表記する場合がある。

[0009] 図 18 (a) は、特許文献 2 に記載のハニカムフィルタを模式的に示した斜視図であり、図 18 (b) ~ (c) は、上記ハニカムフィルタを模式的に示した端面拡大図である。

特許文献 2 には、図 18 (a) ~ (c) に示すような、各セルの断面の断面形状が全て同じ正方形のハニカムフィルタであって、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セル 111 の周囲全体に排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セル 112、114 がセル隔壁 113 を隔てて隣接するハニカムフィルタ 110 が開示されている。なお、断面の形状に関し、排ガス導入セル 112 は、排ガス排出セル 111 とセル隔壁 113 を隔てた 1 辺が対

面しているが、排ガス導入セル１１４は、排ガス排出セル１１１と角部同士が対向する関係にあり、排ガス導入セル１１４の断面形状を構成する辺は、いずれも排ガス排出セル１１１と対面していない。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献１：国際公開第２００４／０２４２９４号パンフレット

特許文献２：米国特許第４４１７９０８号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] この特許文献１に開示されたハニカムフィルタ９０では、PMが堆積する排ガス導入セル１０２の表面積が比較的大きいので、圧力損失の増加の割合は大きくなりにくいものの、排ガス排出セル１０１の断面積が排ガス導入セル１０２の断面積に比べて小さいため、初期の圧力損失が高くなり易く、全体的に圧力損失が十分に低くないという問題があった。

[0012] また、特許文献２に開示されたハニカムフィルタ１１０では、排ガス導入セル１１２、１１４の断面積が排ガス排出セル１１１の断面積と同じであるので、排ガス導入セルの総断面積に対する排ガス排出セルの総断面積の割合が小さいこと、各排ガス排出セルの断面積が小さいこと、PMの堆積が偏り易いことに起因して、PMが堆積した後の圧力損失が高くなるという問題があった。

[0013] なお、後述する本発明の作用・効果の説明において、特許文献１に開示されたハニカムフィルタ９０および特許文献２に開示されたハニカムフィルタ１１０と、本発明に係るハニカムフィルタ１０との作用・効果を具体的に比較することとする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者らは、上記問題に鑑み、鋭意検討した結果、排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて排ガス導入セルを配置するとともに、排

ガス導入セルを、第1排ガス導入セルと、セルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルとの2種類とし、上記排ガス排出セルの断面の断面積を、上記第2排ガス導入セルの断面の断面積と同じであるかそれよりも大きく設定し、さらに、排ガス排出セルとセル隔壁を隔てて対面しているこれら2種類の排ガス導入セルとを構成する辺の長さ又は上記セル隔壁の厚さを調節することにより、初期からPM堆積後の使用範囲全体に渡り総合的に圧力損失を従来のハニカムフィルタに比べて低くすることができることを見出し、本発明に到達したものである。

[0015] すなわち、本発明のハニカムフィルタは、排ガスの流路となる複数のセルを区画形成する多孔質のセル隔壁を備え、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルと、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルとを備えてなり、上記排ガス導入セルおよび上記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面形状は、目封止部分を除き上記排ガス入口側の端部から上記排ガス出口側の端部にかけて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じであるハニカムフィルタであって、上記排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて上記排ガス導入セルが隣接してなり、上記排ガス導入セルは、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルの2種類からなり、かつ、上記排ガス排出セルのセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積は、上記第2排ガス導入セルのセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積と同じであるかそれよりも大きく形成されており、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルおよび上記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、上記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さが、上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと

対面している辺の長さよりも長い、もしくは、上記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうちいずれか一辺は、上記排ガス排出セルと対面し、かつ上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺はいずれも上記排ガス排出セルと対面しないことを特徴とするか

または、

セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルと上記排ガス導入セルとは、曲線により構成された形状であり、上記第1排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さよりも薄いことを特徴とする。

[0016] なお、本発明でいう断面形状とは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セル、第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルの各セル内壁で構成される形状をいう。

また、本発明でいう断面積とは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セル、第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルの各セル内壁で構成される断面形状の面積をいう。なお、セル内壁とはセルを構成するセル隔壁の表面のうち、セルの内部側の表面部分をいう。

[0017] さらに、本発明でいう辺とは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セル、第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルの各セル内壁で構成される断面形状が多角形である場合に、その多角形の頂点間の線分を辺と

いう。

[0018] また、辺の長さとはその線分の長さをいい、頂点部分が曲線によって構成されるいわゆる面取り形状となっている場合には、その曲線部分を除外した直線部分の長さをいう。

頂点部分が曲線となっている場合には、その曲線部位においては、セル間を隔てるセル壁が厚くなっていることから透過抵抗が高くなり、排ガスは直線部分に優先的に流れ込むため、この直線部分の長さを調整する必要があることから、曲線部分を除外して考えた方が妥当だからである。

なお、曲線部分を除外した直線部分の辺の長さは、多角形の直線部分を仮想的に延長し、この仮想の直線同士が交差する交点を仮想的な頂点とするととき、この仮想的な頂点間を結んで構成される仮想的な辺の長さの80%以上とすることが望ましい。セルの断面形状が多角形状の場合には、辺の長さが仮想的な辺の長さの80%以上であれば、当該辺の長さを調整することで本発明の作用効果である主流路スイッチの効果を実現できるからである。

[0019] 本発明のハニカムフィルタにおいて、第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セルと対面している辺とは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルのセル内壁で構成される多角形の辺について、これらの辺を2等分する仮想的な垂線（以下、垂直二等分線という）を、第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルの外側へ向かって描いた場合に、垂直二等分線が、セル隔壁を隔ててそれら第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルの辺と隣接する排ガス排出セルのセル内壁で構成される図形領域と交わる場合に、その辺は排ガス排出セルと対面しているという。

[0020] また、本発明のハニカムフィルタにおいて、排ガス排出セルの断面形状を構成する辺のうち、第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルと対面する辺とは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セルのセル内壁で構成される多角形の辺について、これらの辺を2等分する仮想的な垂線（以下、垂直二等分線という）を排ガス排出セルの外側へ向かって描いた場合に、垂直二等分線が、セル隔壁を隔ててその排ガス排出セルの辺と隣接するセル第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルのセル内壁で構成される図形領域と交わる場合に、その辺は第1排ガス導入セルまたは第2排ガス導入セルと対面しているという。

[0021] さらに、本発明のハニカムフィルタにおいて、第1排ガス導入セルを構成する辺のうち、第2排ガス導入セルと対面する辺とは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、第1排ガス導入セルのセル内壁で構成される多角形の辺について、これらの辺を2等分する仮想的な垂線（以下、垂直二等分線という）

を第1排ガス導入セルの外側へ向かって描いた場合に、垂直二等分線が、セル隔壁を隔ててその第1排ガス導入セルの辺と隣接する第2排ガス導入セルのセル内壁で構成される図形領域と交わる場合に、その辺は第2排ガス導入セルと対面しているという。

[0022] また、本発明のハニカムフィルタにおいて、第2排ガス導入セルを構成する辺のうち、第1排ガス導入セルと対面する辺とは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、第2排ガス導入セルのセル内壁で構成される多角形の辺について、これらの辺を2等分する仮想的な垂線（以下、垂直二等分線という）を第2排ガス導入セルの外側へ向かって描いた場合に、垂直二等分線が、セル隔壁を隔ててその第2排ガス導入セルの辺と隣接する第1排ガス導入セルのセル内壁で構成される図形領域と交わる場合に、その辺は第1排ガス導入セルと対面しているという。

[0023] また、2つのセル間を隔てるセル隔壁の厚さは、次のように定義される。
すなわち、セルの長手方向に垂直な断面において、セル内壁により構成される断面図形の幾何学的な重心を2つのセルについてそれぞれ求め、その重心間を結ぶ直線を描き、直線がセル隔壁領域と重なる部分の線分の長さをセル隔壁の厚さとする。なお、セルはいうまでもなく空間であるが、ここでいう重心はセル内壁により構成される断面図形の幾何学的な重心を意味しており、セルのような空間の断面図形であっても重心の定義は可能である。

[0024] 次に、図面に基づき、セルと対面している辺、及び、2つのセル間を隔てるセル隔壁の厚さに関する説明を行う。

図1は、本発明の一実施形態に係るハニカムフィルタの端面の一部を拡大して示した拡大端面図であり、排ガス排出セル11及びその周囲に存在する第1排ガス導入セル12および第2排ガス導入セル14が表示されている。

[0025] 本発明において、第1排ガス導入セル12または第2排ガス導入セル14の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺とは、図1に示すセルの長手方向に垂直な断面に関し、第1排ガス導入セル12または第2排ガス導入セル14のセル内壁で構成される多角形の辺12a、1

4 a について、これらの辺を 2 等分する仮想的な垂線（以下、垂直二等分線という）を、第 1 排ガス導入セル 1 2 または第 2 排ガス導入セル 1 4 の外側へ向かって描いた場合に、垂直二等分線 A、垂直二等分線 B が、図 1 に示すように、セル隔壁を隔ててそれら第 1 排ガス導入セル 1 2 または第 2 排ガス導入セル 1 4 の辺 1 2 a、1 4 a と隣接する排ガス排出セル 1 1 のセル内壁で構成される図形領域（辺 1 1 a、1 1 b）と交わる場合に、辺 1 2 a、1 4 a は排ガス排出セル 1 1 と対面しているという。

[0026] 本発明において、垂直二等分線の交わりをもって対面しているとする理由は、辺の長さ方向について中央付近、つまり排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てるセル隔壁の中央部分を排ガスが透過する際に受ける透過抵抗が、隔壁全体を排ガスが透過することで発生する圧力損失を代表しているからである。

[0027] 本発明においては、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セル、第 1 排ガス導入セルまたは第 2 排ガス導入セルの各セル内壁で構成される断面形状が多角形である場合に、その多角形の頂点部分が曲線によって構成されるいわゆる面取り形状となっている場合には、各辺の垂直二等分線は、当該曲線を除外した線分の垂直二等分線とする。

また、頂点部分が曲線によって構成されるいわゆる面取り形状となっている場合には、この曲線は辺として扱わない。また、断面形状の頂点部分が面取形状となっている場合には、断面形状を構成する辺を仮想的に延長して、その延長線の交点を頂点とみなして多角形として扱う。

押し出し成形によりハニカムフィルタを製造する場合には、セルの長手方向に垂直な断面の形状が多角形である場合に、その頂点部分に応力が集中しないように、頂点部分を曲線で構成する場合があります、そのような頂点部分が曲線で構成される場合であっても多角形として取り扱う趣旨である。

[0028] 本発明において、2つのセル間を隔てるセル隔壁の厚さは、次のように定義される。

すなわち、図 1 に示すセルの長手方向に垂直な断面において、セル内壁によ

り構成される断面図形の幾何学的な重心を2つのセルについてそれぞれ求め（図1では、排ガス排出セル11の重心を O_{11} 、第2排ガス導入セル14の重心を O_{14} とし）、その重心間を結ぶ直線 Z_{14} を描き、直線 Z_{14} がセル隔壁領域と重なる部分の線分の長さ D をセル隔壁の厚さとする。なお、セルはいうまでもなく空間であるが、ここでいう重心はセル内壁により構成される断面図形の幾何学的な重心を意味しており、セルのような空間の断面図形であっても重心の定義は可能である。

[0029] セル隔壁の厚さを上記のように定義した理由は、以下の通りである。ガスがセル隔壁を透過する際の抵抗が最も高くなるのは、セル隔壁を透過するガスの流速の最も高い部分であり、その部分がセル隔壁の透過抵抗を代表できる。ハニカムフィルタの長手方向に対するガスの流速は、セル内壁により構成される断面形状の幾何学的な重心に相当する位置が最も高く、セルの断面において同心円状に低くなるため、排ガス導入セルと排ガス排出セルの重心間を結ぶ線とセル隔壁との交点が、セル隔壁を透過するガスの流速の最も高い部分にあたる。このように圧力損失の面で考えた時には、重心間を結ぶ直線を描き、直線がセル隔壁領域と重なる部分の線分の長さ D をセル隔壁と定義することは、理にかなっているといえる。

[0030] なお、本発明においては、セルの辺の長さおよびセル隔壁の厚さの測定、セル断面形状の特定は、電子顕微鏡写真を用いて行う。電子顕微鏡写真の撮影は、電子顕微鏡（FE-SEM：（株）日立ハイテクノロジーズ製 高分解能電界放出形走査電子顕微鏡 S-4800）にて行う。

また、電子顕微鏡写真の拡大倍率は、セルを構成するセル隔壁の表面（内壁）の粒子や気孔の凹凸が、セルの断面形状の特定や、辺の長さ、隔壁厚さおよびセルの断面積の計測に支障にならない程度の倍率であり、かつセルの断面形状の特定や、辺の長さ、セル隔壁の厚さおよびセルの断面積の計測が可能となる倍率を採用することが必要である、拡大倍率30倍の電子顕微鏡写真を用いて計測することが最適である。

すなわち、上述したセルの長さやセル隔壁の厚さの定義に基づき、電子顕微

鏡写真のスケールを利用してセルの各辺の長さを測定して、その値を求め、断面積については、得られたセルの長さ等の値に基づき、算術的に求める。また、断面積について算術的に計測することが煩雑な場合は、電子顕微鏡写真のスケールから単位面積に相当する正方形（スケール長さを1辺とする正方形）を切り取り、この重量を測定、一方でセルの断面形状に沿ってセル断面を切り取り（多角形の場合に頂点部分が曲線となっている場合にはその曲線に沿って切り取り）、その切り取った部分の重量を測定する。重量比率からセルの断面の断面積を計算することができる。

[0031] 例えば、添付の図2（a）であれば、排ガス排出セルおよび第2排ガス排出セルの内壁で構成される断面形状が八角形でありそれらの断面積が同一であり、第1排ガス導入セルの内壁で構成される断面形状が正方形（頂点は曲線で構成されいわゆる面取り形状となっているが、本発明では4つの辺を延長した直線が4点で交わっており、4つの交点を頂点とする正方形として扱う）である。写真には500 μ mのスケールが表示されており、この写真中の500 μ mに相当する長さを1辺とする正方形（単位面積に相当する）をこの写真から切り出し、その重量を測定する。次に、八角形と正方形を写真から切り取り（正方形の4つの頂点部分が曲線で構成されているのでその曲線に沿って切り取る）、その重量を測定する。500 μ mスケールの正方形との重量比率から断面積を算出する。セルの断面積の比率のみを計測する場合であれば、八角形と正方形の重量比からそのまま面積比率が算出できる。

[0032] また、本発明においては、セルの長さやセル隔壁の厚さ、断面積の計測について、上述した人手による計測から、電子顕微鏡写真を画像データとして取り込むか、電子顕微鏡から直接取り込んだ画像データを用い、写真のスケールを入力して、電子的な計測に置き換えることも可能である。もちろん、人手による計測方法も電子化した計測方法も電子顕微鏡画像のスケールに基づいた計測であって、同一原理に基づいており、両者の計測結果に齟齬が発生しないことは言うまでもない。

電子的な計測としては、画像解析式粒度分布ソフトウェア（株式会社マウン

テック (Mountech) 製) MAC-View (Version3.5)なる計測ソフトウェアを用いることができる。このソフトウェアでは電子顕微鏡写真をスキャナーで取り込むか、電子顕微鏡から直接取り込んだ画像データを用い、当該写真のスケールを入力し、セルの内壁に沿って範囲を指定することで断面積を計測できる。また、画像中の任意の点間距離も電子顕微鏡写真のスケールを基に計測できる。電子顕微鏡によりセル断面を撮影する際には、セルの長手方向に垂直にフィルタを切断し、その切断面が入るように、 $1\text{cm} \times 1\text{cm} \times 1\text{cm}$ のサンプルを準備し、サンプルを超音波洗浄するか、もしくは樹脂で包埋して、電子顕微鏡写真を撮影する。樹脂による包埋を行っても、セルの辺の長さおよびセル隔壁の厚さの計測には影響を与えない。

[0033] 図2 (a) ~ (b) は、電子顕微鏡により撮影されたセル断面の形状の一例を示す写真である。

図2 (a) では、排ガス排出セル11および第2排ガス導入セル14の断面形状が八角形であることがわかる。また、第1排ガス導入セル12の断面形状は正方形である。第1排ガス導入セルの頂点部分は、わずかに曲線で構成されているが、第1排ガス導入セル12の4本の直線で構成される辺を延長すると、4つの交点が存在することとなり、この交点を頂点とした正方形を構成できるので、本発明における定義に従い、このセルの断面形状は正方形として扱う。

また、MAC-View (Version3.5)を用いることで、排ガス排出セル11および第2排ガス導入セル14の断面形状の面積(断面積)を 2.14mm^2 、第1排ガス導入セル12の断面形状の面積(断面積)を 0.92mm^2 と算出できる。

さらに、図2 (b) に示すように、第1排ガス導入セル12の断面形状を構成する辺のうち排ガス排出セル11と対面する辺 L_s の長さは、第1排ガス導入セルの4つの頂点部分が曲線で構成されているため、この曲線部分を除いた長さとなる。また、第2排ガス導入セル14の断面形状を構成する辺のうち排ガス排出セル11と対面する辺の長さ L_o は、八角形の頂点間距離と

なる。

このように、辺の長さ L_s 、 L_o 、断面積とも電子顕微鏡写真から測定できる。

[0034] 図3 (a) ~ (b) は、図2に示したセルとは別のセルのセル断面の形状の一例を示す走査型電子顕微鏡写真 (SEM写真) である。

さらに、図3 (a) によれば、排ガス排出セル41、第2排ガス導入セル44、第1排ガス導入セル42の断面形状はいずれも4つの等しい長さの辺を仮想的に延長した直線が互いに垂直に交わり、その交点 (頂点) 部分が曲線で構成された形状であることがわかる。これらのセルの断面形状は、いずれも頂点部分が曲線で構成されているが、各セルを構成する4本の直線を延長すると、4つの交点が存在することとなり、この交点を仮想的な頂点とすると、頂点間距離は4つとも等しく正方形を構成するので、本発明における定義に従い、これらのセルの断面形状は正方形として扱う。

また、図3 (b) から理解できるように、第1排ガス導入セル42を構成する辺はその垂直二等分線が排ガス排出セル41と交わるため、第1排ガス導入セル42を構成する辺は排ガス排出セル41と対面すると言える。その一方で、第2排ガス導入セル44を構成する辺は、その垂直二等分線が排ガス排出セル41と交わらないため、第2排ガス排出セル44を構成する辺は、排ガス排出セル41と対面しない。このように第2排ガス導入セル44および第1排ガス導入セル42を構成する辺が排ガス排出セル41と対面するか否かを電子顕微鏡写真から特定することができる。

[0035] 本発明において使用される膨潤正方形とは、図形の外側に向けて湾曲する、同じ長さをもつ4つの曲線から構成された図形であり、あたかも正方形の辺がその幾何学的な重心から外側方向へ膨らんだ形状の図形をいう。また、収縮正方形とは、図形の内側へ向けて湾曲する、同じ長さをもつ4つの曲線から構成された図形であり、あたかも正方形の辺がその幾何学的な重心方向に向けて収縮した形状の図形をいう。

[0036] 本発明においては、ハニカムフィルタを構成するセルの長手方向に垂直な断

面に関し、

第1排ガス導入セル、第2排ガス導入セルおよび排ガス排出セルは、排ガス入口端から排ガス出口端にかけて目封止部分を除き、それぞれのセルにおける全ての場所において、それらセルの内壁で構成される断面形状は同じである。つまり、第1排ガス導入セルだけについて、その長手方向に垂直な断面を見た場合、その内壁で構成される断面図形は目封止部分を除いて排ガス入口端から排ガス出口端のどの部分の断面を見ても同じ形状である。同じ形状というのは合同という意味であり、相似は含まない。すなわち、相似関係となる形状は、異なる形状となる。第1排ガス導入セルのみならず、第2排ガス導入セルおよび排ガス排出セルもまた、それぞれ第1排ガス導入セルの場合と同じ説明が成り立つ。目封止部分を除外した理由は、目封止部分には目封止材が存在するためセル隔壁の内壁により構成される断面図形が物理的に存在しないからである。

[0037] 本発明のハニカムフィルタでは、従来のハニカムフィルタに比べて、初期からPMが限界に近い量堆積するまでの全体にわたって総合的に圧力損失を低くすることができる。

[0038] 本発明者らは、圧力損失は、(a)排ガスがハニカムフィルタに流入する際の流入抵抗、(b)排ガス導入セルの通過抵抗、(c)セル隔壁の透過抵抗、(d)堆積したPM層を排ガスが透過する際に生じる透過抵抗、(e)排ガス排出セルの通過抵抗、(f)排ガスがハニカムフィルタから流出する際の流出抵抗、により発生すると考えている。また、本発明者らの研究により、PMが堆積する前の初期圧損は、(c)、(e)および(f)が支配因子であること、および、一定量PMが堆積した後に発生する過渡圧損は、(a)、(b)および(d)が支配因子であることを突き止めている。なお、初期圧損の支配因子の一つとして(b)排ガス導入セルの通過抵抗ではなく、(e)排ガス排出セルの通過抵抗が挙げられる理由は、排ガス導入セルによるハニカムフィルタの開口率より排ガス排出セルによるハニカムフィルタの開口率が小さいことに起因している。同様に、初期圧損の支配因子として(a)排ガスがハニカムフィルタに

流入する際の流入抵抗ではなく、(f)排ガスがハニカムフィルタから流出する際の流出抵抗が挙げられる理由は、ガスを圧縮する抵抗よりもガスがセルから排出されて急速膨張する際にセル出口付近に渦流が発生し、この渦流が排ガスの流出を阻害することにより生じる抵抗の方が高いためであると推測している。

初期圧損を低下させるためには、通過抵抗ならびに流出抵抗を下げる必要があることから、急速膨張を抑制するために排ガス排出セルの断面積を排ガス導入セルのそれと同じかそれより相対的に大きくする必要があり、一方、過渡圧損を低下させるためには、PMを広く薄く堆積させる必要があることから、排ガス導入セルの断面積を排ガス排出セルのそれよりも相対的に大きくしなければならない。

[0039] つまり、過渡圧損と初期圧損を同時に低減させることは不可能とされてきた。本発明者らは、さらに研究を進めて以下、本発明を完成させた。

即ち、排ガス導入セルとして、断面積が大きなもの（第2排ガス導入セル）と断面積が小さなもの（第1排ガス導入セル）の2種類を採用するとともに、その断面積が第2排ガス導入セルと同じか相対的に大きな排ガス排出セルを採用し、この排ガス排出セルの全周囲に2種類の排ガス導入セルを配置し、かつ第1排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てる隔壁内壁の長さを第2排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てる隔壁内壁の長さよりも相対的に長くするか、第1排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てる隔壁の厚さを第2排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てる隔壁の厚さよりも相対的に薄くすることにより、排ガスをまず第1排ガス導入セルに優先的に導入する。

[0040] 第1排ガス導入セルと排ガス排出セルの間の隔壁は、透過領域が大きい（多角形セルの断面形状で言えば辺の長さが長い）かまたはその厚さが薄くなっており、排ガスはこの都合のよい隔壁を通過することができ、(c)の透過抵抗を低減させることができる。また、排ガス排出セルの断面積が第1排ガス導入セルより相対的に大きいことから(e)の通過抵抗を低減せしめることができる。つまり、(c)の透過抵抗および(e)の通過抵抗をいずれも下げるこ

とができ、初期圧損を低くすることができるのである。次に、PMが一定量堆積した後は、第1排ガス導入セルの断面積を第2排ガス導入セルのそれよりも相対的に小さくしてあるため、第1排ガス導入セルに堆積したPM層の透過抵抗が早期に高くなり、排ガスが自然に（つまり自発的に）第2排ガス導入セルにより多く入り込むように排ガスの主流路が“スイッチ”されることとなり、断面積の大きな第2排ガス導入セルにPMが広く薄く堆積されて、PM堆積後であっても、(b)の通過抵抗および(d)の透過抵抗を低減せしめることができ、過渡圧損を低くすることができる。

このように、本発明では主流路を自己スイッチさせることで従来不可能とされてきた過渡圧損と初期圧損を同時に低減させるという驚くべき効果を実現したのである。

[0041] このような排ガスがより多く流れ込む主流路の“スイッチ”による初期圧損、過渡圧損の同時低減効果は、先に説明した全ての構成要件が一体的に作用した場合に発現するものであり、このような構成、効果は公知文献には存在しない。

[0042] 先に示した国際公開第2004/024294号（特許文献1）には、図17に示すように、排ガス導入セル102の断面形状が八角形、排ガス排出セル101の断面形状が四角形のハニカムフィルタが開示されており、排ガス導入セル102の断面積を大きくすることで、PMを広く薄く堆積させ過渡圧損を下げられることが開示されている。しかし、この特許文献1から本発明に至るためには、断面積が小さい排ガス排出セル101の一部を排ガス導入セル102に変更し、断面積の大きな排ガス導入セル102の一部を排ガス排出セル101にする必要があるが、このような変更は排ガス導入セル102の断面積を大きくしようとする特許文献1記載の発明思想を否定することとなり、特許文献1を最近接文献として、本発明が導出されることはない。

[0043] また、図18に基づいて説明したように、米国特許第4417908号明細書（特許文献2）には、断面積が同一の排ガス導入セルの数を増やし、排ガ

ス導入セルの総面積を大きくすることで、PMを広く薄く堆積させて過渡圧損を下げるができるハニカムフィルタが開示されている。

しかしながら、この特許文献2から本発明に至るためには、排ガス導入セルの一部を断面積が小さいセルに変更する必要があるが、排ガス導入セルの断面積を減らすこととなるため、結局特許文献2の発明思想の否定となり、特許文献2を最近接文献として、本発明が導出されることはない。

このように、公知技術は、本発明を否定しており、本発明は、公知文献から導かれるものではない。

[0044] 以下、本発明の作用効果について、以下に詳しく説明する。

図4(a)～(c)は、本発明の一実施形態に係るハニカムフィルタの端面の一部を拡大して示した拡大端面図である。

図4(a)に示すように、このハニカムフィルタ20では、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セル11の周囲全体に、多孔質のセル隔壁13を隔てて排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された第1排ガス導入セル12と第2排ガス導入セル14とが隣接して形成されている。

[0045] セルの長手方向に垂直な断面の形状に関し、排ガス排出セル11は図17に示した排ガス導入セル102と同様の形状の八角形であり、第1排ガス導入セル12は正方形であり、第2排ガス導入セル14は、排ガス排出セル11と同じ形状の八角形である。第2排ガス導入セル14のセルの断面積は、第1排ガス導入セル12のセルの断面積より大きく、排ガス排出セル11の断面積と同じである。従って、第2排ガス導入セル14の断面積は、排ガス排出セル11の断面積と同じであり、第1排ガス導入セル12の断面積よりは、排ガス排出セル11の断面積の方が大きい。そのため、排ガスが排ガス排出セル11を通過する際の抵抗、排ガスがフィルタの外部に排出される際の抵抗を低く抑えることができ、圧力損失を低くすることが可能となる。

[0046] また、第1排ガス導入セル12の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺12aの長さが、第2排ガス導入セル14の断面

形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル 1 1 と対面している辺 1 4 a の長さよりも長い。

[0047] 排ガスがハニカムフィルタ 2 0 の方向に向かって流れてくると、入口側の端部が開口している第 1 排ガス導入セル 1 2 と第 2 排ガス導入セル 1 4 に流れ込む。排ガスは、フィルタ内の流れ易い部分から順に、全体の流れが均等になるように流れる。本発明のハニカムフィルタは、第 1 排ガス導入セル 1 2 の辺 1 2 a の長さ (L_s) が、第 2 排ガス導入セル 1 4 の辺 1 4 a の長さ (L_o) よりも長いので、排ガス排出セル 1 1 と第 1 排ガス導入セル 1 2 とを隔てるセル隔壁 1 3 a の表面積は、排ガス排出セル 1 1 と第 2 排ガス導入セル 1 4 とを隔てるセル隔壁 1 3 b の表面積よりも大きいこととなり、排ガスは、セル隔壁 1 3 a をより通過し易く、初期においては、セル隔壁 1 3 a の表面に PM が堆積する。

以上のように、排ガス排出セルの通過抵抗、排ガスがハニカムフィルタから流出する際の流出抵抗を同時に低くできるため、PM が堆積する前の初期の圧力損失を低減できる。

[0048] セルを構成する辺の長さと表面積との関係を上記のように結論づけたのは、以下の理由による。

排ガス排出セル 1 1 と第 1 排ガス導入セル 1 2 とを隔てるセル隔壁 1 3 a の表面積は、第 1 排ガス導入セル 1 2 の内壁側の表面積であり、排ガス入口端面および出口端面間距離から入口側、出口側の封止部の長さを除いた実効的なフィルタの長さを L_e (図 6 (b) 参照) とすると、第 1 排ガス導入セル 1 2 の内壁側の表面積は、 $L_s \times L_e$ で表わされる。また、同様に、排ガス排出セル 1 1 と第 2 排ガス導入セル 1 4 とを隔てるセル隔壁 1 3 b の表面積は、第 2 排ガス導入セル 1 4 の内壁側の表面積であり、排ガス入口端面および出口端面間距離から入口側、出口側の封止部の長さを除いた実効的なフィルタ長さを L_e とすると、第 2 排ガス導入セル 1 4 の内壁側の表面積は、 $L_o \times L_e$ で表わされる。なお、フィルタの実効的長さとして、図 6 (b) では、封止材 1 1 の先端を基準とした長さをとっている。

従って、辺 1 2 a の長さ (L_s) が、辺 1 4 a の長さ (L_o) よりも相対的に長くなれば、表面積も $L_s \times L_e$ の方が $L_o \times L_e$ に比べて相対的に大きくなる。つまり、辺の長さとは表面積の大きさは同義である。従って、排ガス排出セル 1 1 の辺 1 2 a の長さ (L_s) が、第 2 排ガス導入セル 1 4 の辺 1 4 a の長さ (L_o) よりも長いと、排ガス排出セル 1 1 と第 1 排ガス導入セル 1 2 とを隔てるセル隔壁 1 3 a の表面積が排ガス排出セル 1 1 と第 2 排ガス導入セル 1 4 とを隔てるセル隔壁 1 3 b の表面積よりも大きいこととなるのである。

[0049] なお、図 4 (a) ~ (c) では、図の一部分についてのみ、作用・効果に関する事項を書き入れている。図 1 7、図 1 8 についても同様である。

[0050] 次に、図 4 (b) に示すように、PM がセル隔壁 1 3 a の第 1 排ガス導入セル 1 2 の内壁表面にある程度の量堆積すると、第 1 排ガス導入セル 1 2 の断面積が小さいため、PM が厚く堆積し、その結果、PM の堆積に起因する抵抗が増加し、排ガスがセル隔壁 1 3 a を通過しにくくなってくる。このような状況になると、上記したように、排ガスは、排ガス排出セル 1 1 と第 2 排ガス導入セル 1 4 とを隔てるセル隔壁 1 3 b を通過し（主流路のスイッチ）、セル隔壁 1 3 b の第 2 排ガス導入セル 1 4 の内壁表面にも PM が堆積する。

[0051] 次に、排ガスは、セル隔壁の中をかなり自由に通過することができるので、図 4 (c) に示すように、第 1 排ガス導入セル 1 2 と第 2 排ガス導入セル 1 4 とを隔てるセル隔壁 1 3 c の内部も通過し排ガス排出セル 1 1 に流れるようになる。この場合、排ガスは、第 2 排ガス導入セル 1 4 側からもセル隔壁 1 3 c に侵入するとともに、第 1 排ガス導入セル 1 2 側からセル隔壁 1 3 c に侵入することとなる。

[0052] このように、PM は、次第に第 1 排ガス導入セル 1 2 の周囲のセル隔壁 1 3 a、1 3 c の排ガス導入セル 1 2 の内壁表面全体のみならず、むしろ第 2 排ガス導入セル 1 4 の周囲の第 2 排ガス導入セルのセル隔壁 1 3 b、1 3 c の排ガス導入セルの内壁表面全体により多く、しかし広く薄く堆積するように

なる。第1排ガス導入セル12の断面積は、第2排ガス導入セル11の断面積よりも小さいので、PMが厚く堆積し、PM層の通過抵抗が高くなり、排ガス導入後、早期に排ガスが第1排ガス導入セルよりも第2排ガス導入セルに流れやすくなり（先に説明した排ガスの主流路のスイッチ）、上述したようなPM堆積の推移が起こり、第1排ガス導入セル12の周囲のセル隔壁13a、13cの排ガス導入セルの内壁表面よりむしろ、第2排ガス導入セル14の周囲のセル隔壁13b、13cの排ガス導入セルの内壁表面全体にPMが堆積する。このため、第2排ガス導入セル14の周囲のセル隔壁13b、13cの排ガス導入セルの内壁表面全体を早期にPM堆積のために活用することができる。また、第2排ガス導入セル14の周囲のセル隔壁13b、13cの排ガス導入セルの内壁表面積は第1排ガス導入セル12の周囲のセル隔壁13a、13cの排ガス導入セルの内壁表面積に比べて広く、PMが第2排ガス導入セル14の周囲のセル隔壁13b、13cの周囲全体に堆積しても堆積層の厚さを薄くできる。そのため、PMが堆積しても、排ガスの圧力損失の増加の割合が小さい。その結果、PMの堆積量が増加しても、圧力損失を低く保つことができるという極めて優れた効果を奏する。

その結果、本発明に係るハニカムフィルタを搭載した車両では、使用領域全体にわたって、圧力損失の上昇に起因する運転に不都合な現象が発生しにくく、燃費も低く抑えることができる。

[0053] 次に、上述した従来のハニカムフィルタと本発明に係るハニカムフィルタとの作用・効果を比較することとする。

特許文献1に開示されたハニカムフィルタ90では、図17(a)～(d)に示すように、断面が正方形の排ガス排出セル101と、断面が八角形の排ガス導入セル102とが交互に（チェックパターンに）配置されている。

[0054] 従って、排ガスは、断面形状が八角形で、排ガス排出セル101の断面積より大きい排ガス導入セル102に流れ込んだ後、排ガス導入セル102と排ガス排出セル101とを隔てるセル隔壁103aを通過して排ガス排出セル101に流れ込む。

この際、断面積の大きい排ガス導入セル１０２から断面積の小さい排ガス排出セル１０１に流れ込む際の抵抗、断面積の小さい排ガス排出セル１０１を通過する際の抵抗、断面積の小さい排ガス排出セル１０１から外部に排出される際の抵抗が高く、本発明に係るハニカムフィルタと比べて初期の圧力損失が高くなる。

[0055] PMがある程度堆積すると、排ガス導入セル１０２同士を隔てるセル隔壁１０３ｂのなかにも排ガスが通過するようになるが、本発明に係るハニカムフィルタ１０と比較すると、PMが堆積するセル隔壁の表面積が小さいため、PMが厚く堆積し、圧力損失の増加を抑制することが難しい。

[0056] 特許文献２に開示されたハニカムフィルタ１１０では、図１８（ａ）に示すように、各セルの長手方向に垂直な断面が全て同じ正方形であり、排ガス排出セル１１１の周囲全体に排ガス導入セル１１２、１１４がセル隔壁１１３ｂを隔てて隣接している。また、断面形状に関し、排ガス導入セル１１２は、排ガス排出セル１１１とセル隔壁１１３ａを隔てて１辺が対面しているが、排ガス導入セル１１４は、排ガス排出セル１１と角部同士が対向する関係にあり、排ガス導入セル１１４を構成する辺１１４ａは、排ガス排出セル１１１を構成する辺１１１ａと対面する関係とはなっていない。

[0057] このような構造のハニカムフィルタ１１０では、図１８（ｂ）に示すように、まず、排ガスは、排ガス排出セル１１１にセル隔壁１１３ａを隔てて対向している排ガス導入セル１１２に流入し、セル隔壁１１３ａを通過した後、排ガス排出セル１１１に流れ込む。

このハニカムフィルタ１１０では、第１排ガス排出セル１１１と第１排ガス導入セル１１２とは断面積が同一であるので、排ガス導入セル１２から排ガス導入セル１２と比べて断面積の大きい排ガス排出セル１１に排ガスが通過する本発明に係るハニカムフィルタ１０と比べると、初期の圧力損失はより高くなる。

[0058] ある程度、PMがセル隔壁１１３ａの表面に堆積すると、図１８（ｃ）に示すように、排ガス排出セル１１１と角部同士が対向する関係にある排ガス導

入セル 1 1 4 から、その間に介在するセル隔壁 1 1 3 b を通過し、排ガス排出セル 1 1 1 に流れ込む。しかしながら、排ガス導入セル 1 1 2 と排ガス導入セル 1 1 4 の断面積が同一であるので、排ガス導入セルを通過する際の抵抗が等しいため、排ガス導入セル 1 1 4 に流れ込むまでの時間が長く、PM の堆積の偏りも大きいことになる。また、PM 堆積のための表面積が、本発明のハニカムフィルタ 1 0 と比べると小さいため、圧力損失が高くなる。

[0059] 本発明のハニカムフィルタにおいては、セル隔壁を隔てて隣接する排ガス排出セルと第 1 排ガス導入セルのセル長手方向に垂直な断面に関し、それらの断面形状が多角形である場合に、排ガス排出セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第 1 排ガス導入セルと隣接し、当該第 1 排ガス導入セルと対面する辺と、第 1 排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと隣接し、当該排ガス排出セルと対面する辺とは互いに平行であることが望ましい。

[0060] このことは、排ガス排出セルと第 1 排ガス導入セルを隔てるセル隔壁の厚みはどこでも均一であることを意味しており、フィルタの破壊強度が高い上、排ガスを透過させやすく、PM を均一に堆積させることができることから、圧力損失を低くできるからである。

なお、断面形状において多角形の頂点部分が曲線で構成されている場合には、その曲線部分は辺としては扱わない。そもそも平行にはならないからである。

セル長手方向に垂直な断面において、曲線部分を除外した断面形状の辺の長さは、辺とみなされる直線部分を仮想的に延長し、この仮想の直線同士が交差する交点を仮想的な頂点とするとき、この仮想的な頂点の間を結んで構成される多角形の仮想的な辺の長さの 80% 以上とすることが望ましい。逆に言えば、辺として扱われない部分は、仮想的な辺の長さの 20% 未満とすることが望ましい。

セルの断面形状が多角形状の場合には、辺の長さが仮想的な辺の長さの 80% 以上であれば、辺の長さを調整することで本発明の作用効果である主流路

スイッチの効果を実現できるからである。

[0061] また、本発明のハニカムフィルタにおいては、セル隔壁を隔てて隣接する排ガス排出セルと第2排ガス導入セルのセル長手方向に垂直な断面に関し、それらの断面形状が多角形である場合に、排ガス排出セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第2排ガス導入セルと隣接し、当該第2排ガス導入セルと対面する辺と、第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと隣接し、当該排ガス排出セルと対面する辺とは互いに平行であることが望ましい。

[0062] このことは、排ガス排出セルと第2排ガス導入セルを隔てる隔壁の厚みはどこでも均一であることを意味しており、フィルタの破壊強度が高い上、排ガスを透過させやすく、PMを均一に堆積させることができることから、圧力損失を低くできるからである。

なお、断面形状において多角形の頂点部分が曲線で構成されている場合には、その曲線部分は辺としては扱わない。そもそも平行にはならないからである。

セル長手方向に垂直な断面において、曲線部分を除外した断面形状の辺の長さは、辺とみなされる直線部分を仮想的に延長し、この仮想の直線同士が交差する交点を仮想的な頂点とするとき、この仮想的な頂点の間を結んで構成される多角形の仮想的な辺の長さの80%以上とすることが望ましい。逆に言えば、辺として扱われない部分は、仮想的な辺の長さの20%未満とすることが望ましい。

セルの断面形状が多角形状の場合には、辺の長さが仮想的な辺の長さの80%以上であれば、辺の長さを調整することで本発明の作用効果である主流路スイッチの効果を実現できるからである。

[0063] 本発明のハニカムフィルタにおいては、セル隔壁を隔てて隣接する第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルのセル長手方向に垂直な断面に関し、それらの断面形状が多角形である場合に、第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第2排ガス導入セルと隣接し、当該第2排

ガス導入セルと対面する辺と、第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと隣接し、当該第1排ガス導入セルと対面する辺とは互いに平行であることが望ましい。

[0064] このことは、第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルを隔てる隔壁の厚みはどこでも均一であることを意味しており、ハニカムフィルタの破壊強度が高く、この隔壁を透過せしめて第2排ガス導入セルから排ガス排出セル側へ排ガスを透過させやすく、第2排ガス導入セル内壁にPMを広く薄く均一に堆積させることができることから、PM堆積後に圧力損失を低くできるからである。

なお、断面形状において多角形の頂点部分が曲線で構成されている場合には、その曲線部分は辺としては扱わない。そもそも平行にはならないからである。

セル長手方向に垂直な断面において、曲線部分を除外した断面形状の辺の長さは、辺とみなされる直線部分を仮想的に延長し、この仮想の直線同士が交差する交点を仮想的な頂点とすると、この仮想的な頂点の間を結んで構成される多角形の仮想的な辺の長さの80%以上とすることが望ましい。逆に言えば、辺として扱われない部分は、仮想的な辺の長さの20%未満とすることが望ましい。

セルの断面形状が多角形状の場合には、辺の長さが仮想的な辺の長さの80%以上であれば、辺の長さを調整することで本発明の作用効果である主流路スイッチの効果を実現できるからである。

[0065] 本発明のハニカムフィルタにおいては、セル隔壁を隔ててそれぞれ隣接する排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルのセル長手方向に垂直な断面に関し、それらの断面形状が多角形である場合に、

(a) 排ガス排出セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと隣接し、当該第1排ガス導入セルと対面する辺と、第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと隣接し、当該排ガス排出セルと対面する辺とは互いに平行であり、

かつ、

(b) 排ガス排出セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第2排ガス導入セルと隣接し、当該第2排ガス導入セルと対面する辺と、第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと隣接し、当該排ガス排出セルと対面する辺とは互いに平行であり、

かつ、

(c) 第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第2排ガス導入セルと隣接し、当該第2排ガス導入セルと対面する辺と、第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと隣接し、当該第1排ガス導入セルと対面する辺とは互いに平行であることが望ましい。

[0066] また、本発明のハニカムフィルタにあっては、第1排ガス導入セル、第2排ガス導入セルおよび排ガス排出セルの長手方向に垂直な断面に関し、それらの断面形状が多角形である場合、上述の(a)、(b)、(c)を同時に備えた構成に加えて、さらに、(a)において平行となっている辺同士の間距離、(b)において平行となっている辺同士の間距離および(c)において平行となっているの辺同士の間距離はそれぞれ等しいことが望ましい。なお、辺同士の間距離は、一方の辺の任意の点Pから垂線を他方の辺に向かって仮想的に描き、この垂線が他方の辺と交わった点をQとするとPとQの間距離が平行な辺同士の間距離として定義される。

[0067] 上述した構成によれば、ハニカムフィルタの破壊強度も最も高く、PM堆積前と堆積後のいずれにおいても最も圧力損失を低減でき、かつPMを再生した場合に発生する熱衝撃によるフィルタの破損を抑制することができるからである。

なお、断面形状において多角形の頂点部分が曲線で構成されている場合には、その曲線部分は辺としては扱わない。そもそも平行にはならないからである。

セル長手方向に垂直な断面において、曲線部分を除外した断面形状の辺の長

さは、辺とみなされる直線部分を仮想的に延長し、この仮想の直線同士が交差する交点を仮想的な頂点とするとき、この仮想的な頂点の間を結んで構成される多角形の仮想的な辺の長さの80%以上とすることが望ましい。逆に言えば、辺として扱われない部分は、仮想的な辺の長さの20%未満とすることが望ましい。

セルの断面形状が多角形状の場合には、辺の長さが仮想的な辺の長さの80%以上であれば、辺の長さを調整することで本発明の作用効果である主流路スイッチの効果を実現できるからである。

[0068] 本発明のハニカムフィルタは、自動車の内燃機関から排出される排ガス中のPMを浄化するために用いられることが望ましい。PM堆積前にフィルタに生じる初期圧損、PM堆積によりフィルタに生じる過渡圧損の両方を同時に低減できるため、エンジンの燃費を改善できるからである。

[0069] 本発明のハニカムフィルタは、自動車の内燃機関としてディーゼルエンジンを採用した場合に最適である。ディーゼルエンジンから排出されるPMの量はガソリンエンジンよりも多く、PM堆積によってフィルタに生じる過渡圧損を低減する要請がガソリンエンジンに比べて高いからである。

[0070] 本発明のハニカムフィルタを自動車の内燃機関から排出される排ガス中のPMを浄化するために用いる場合には、排気管内に保持材を介して本発明のハニカムフィルタを固定して使用する。

[0071] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルおよび上記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、
上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セルと対面している辺の長さは、上記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さの0.8倍以下であることが望ましい。

[0072] この場合、排ガスが、排ガス排出セルと第1排ガス導入セルとを隔てるセル隔壁をより通過し易くなり、初期の圧力損失を効果的に抑制することができ

、PMが堆積した後も圧力損失の増加割合が大きくなるのを抑制することができる。

第1排ガス導入セルの辺の長さに対する第2排ガス導入セルの辺の長さの比が、0.8を超えると、両辺の長さに大きな差がなくなるため、初期の圧力損失を低く抑えるのが難しくなる。

[0073] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルは、八角形であり、上記第1排ガス導入セルは正方形であり、上記第2排ガス導入セルは、八角形であることが望ましい。

上記構成のハニカムフィルタは、作用・効果について説明した図4に係るハニカムフィルタと同様の形状であり、初期の圧力損失を効果的に抑制することができるとともに、PMが堆積する表面積を大きくとることが可能となり、圧力損失を低く保つことができる。

[0074] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記第2排ガス導入セルの断面積は、上記排ガス排出セルの断面積と同じであり、

上記第1排ガス導入セルの断面積は、上記第2排ガス導入セルの断面積の20～50%であることが望ましい。

この場合、排ガスが第1排ガス導入セルを通過する際の抵抗と第2排ガス導入セルを通過する際の抵抗に差をつけることができ、圧力損失を効果的に抑制することができる。

第1排ガス導入セルの断面積が第2排ガス導入セルの断面積の20%未満であると、第1排ガス導入セルの断面積が小さくなりすぎ、排ガスが第1排ガス導入セルを通過する通過抵抗が大きくなり、圧力損失が高くなり易い。一方、第1排ガス導入セルの断面積が第2排ガス導入セルの断面積の50%を超えると、両者の通過抵抗の差が小さくなり、圧力損失を低くすることが難しくなる。

[0075] 本発明のハニカムフィルタでは、排ガス排出セル及び排ガス導入セルはセルの長手方向に垂直な断面に関し、いずれも多角形からなり、上記ハニカムフ

フィルタのセル同士を隔てるセル隔壁の厚さは、全ての場所において等しいことが望ましい。

この場合、ハニカムフィルタの全体で上述した効果を奏することができる。

[0076] 本発明のハニカムフィルタでは、上記したハニカムフィルタのセル隔壁の厚さは、0.10～0.46 mmであることが望ましい。

上記厚さのセル隔壁は、該ガス中のPMを捕集するのに十分な厚さを有するとともに、圧力損失の増加を効果的に抑制することができる。そのため、本発明のハニカムフィルタでは、上述した本発明のハニカムフィルタとしての効果を十分に奏することができる。

上記セル隔壁の厚さが0.10 mm未満では、セル隔壁の厚さが薄くなりすぎるため、ハニカムフィルタの機械的強度が低下する。一方、セル隔壁の厚さが0.46 mmを超えると、セル隔壁が厚くなりすぎるため、排ガスがセル隔壁を通過する際の圧力損失が大きくなる。

[0077] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、

上記排ガス排出セルの断面形状は八角形であり、上記第1排ガス導入セルの断面形状は正方形であり、上記第2排ガス導入セルの断面形状は八角形であり、

上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルの断面形状は互いに合同であるとともに、

上記排ガス排出セルの周囲にはセル隔壁を隔てて上記第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルとがそれぞれ4つずつ交互に配置されて排ガス排出セルを包囲してなり、

また、排ガス排出セルを包囲している4つの第2排ガス導入セルの断面形状である各八角形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状からなる図形領域を通過する2本の線分の交点は、排ガス排出セルの断面形状である八角形の幾何学的な重心と一致してなり、

かつ、上記4つの第2排ガス導入セルの断面形状である各八角形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状からなる図形

領域を通過しない4本は、正方形を構成し、その各辺の中点は排ガス排出セルを包囲している4つの第1排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心と一致するように、

上記排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルがそれぞれ配置されてなるとともに、

上記排ガス排出セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと対面する辺と、上記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、上記セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと対面する辺とは平行であり、

上記排ガス排出セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて上記第2排ガス導入セルと対面する辺と、上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、上記セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと対面する辺とは平行であり、また、上記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて上記第2排ガス導入セルと対面する辺と、上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、上記セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと対面する辺とは平行であり、かつ上記平行な辺の間の距離は、いずれの組み合わせにおいても互いに等しいことが望ましい。

[0078] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セル、上記第1排ガス導入セルおよび上記第2排ガス導入セルは、いずれも正方形であることが望ましい。

このような上記第1排ガス導入セルおよび上記第2排ガス導入セルが、いずれも正方形である場合であっても、排ガス排出セルと第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルとの大きさの関係や位置関係等が異なり、例えば、第1排ガス導入セルの断面の面積は、排ガス排出セルの断面積と比較して小さいので、従来技術で説明したハニカムフィルタ110とは異なり、上述した本発明の効果を奏することができる。

[0079] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記第2排ガス導入セルの断面積は、上記排ガス排出セルの断面積と同じで

あり、

上記第1排ガス導入セルの断面積は、上記第2排ガス導入セルの断面積の20～50%であることが望ましい。

上記構成のハニカムフィルタでは、排ガスが第1排ガス導入セルを通過する際の抵抗と第2排ガス導入セルを通過する際の抵抗に差をつけることができ、圧力損失を効果的に抑制することができる。

第1排ガス導入セルの断面積が第2排ガス導入セルの断面積の20%未満であると、第1排ガス導入セルの断面積が小さくなりすぎ、排ガスが第1排ガス導入セルを通過する通過抵抗が大きくなり、圧力損失が高くなり易い。一方、第1排ガス導入セルの断面積が第2排ガス導入セルの断面積の50%を超えると、両者の通過抵抗の差が小さくなり、圧力損失を低くすることが難しくなる。

[0080] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、

上記排ガス排出セルの断面形状は正方形であり、上記第1排ガス導入セルの断面形状は正方形であり、上記第2排ガス導入セルの断面形状は正方形であり、

上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルの断面形状は互いに合同であるとともに、

上記排ガス排出セルの周囲にはセル隔壁を隔てて上記第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルとがそれぞれ4つずつ交互に配置されて排ガス排出セルを包囲してなり、

また、排ガス排出セルを包囲している4つの第2排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状からなる図形領域を通過する2本の線分の交点は、排ガス排出セルの断面形状である正方形の幾何学的な重心と一致してなり、

かつ、上記4つの第2排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状からなる図形領域を通過しない4本は、正方形を構成し、その各辺の中点は排ガス排出セ

ルを包囲している４つの第１排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心と一致するように、

上記排ガス排出セル、第１排ガス導入セルおよび第２排ガス導入セルがそれぞれ配置されてなるとともに、

上記排ガス排出セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて第１排ガス導入セルと対面する辺と、上記第１排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、上記セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと対面する辺とは平行であり、

上記第１排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて上記第２排ガス導入セルと対面する辺と、上記第２排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、上記セル隔壁を隔てて第１排ガス導入セルと対面する辺とは平行であり、かつ上記平行な辺の間の距離は、いずれの組み合わせにおいても互いに等しいことが望ましい。

[0081] 本発明のハニカムフィルタでは、上述したセルの長手方向に垂直な断面に関し、上記多角形からなるセルの角部が、曲線面取り形状となっていることが望ましい。

このような態様のハニカムフィルタでは、セルの角部が曲線面取り形状となっているので、セルの角部に熱等に起因する応力が集中しにくく、クラックが発生しにくい。

[0082] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セル、上記前記第１排ガス導入セルおよび上記第２排ガス導入セルは、点対称な多角形であって、その辺の数が八本以下の多角形であることが望ましい。

点対称な多角形であって、その辺の数を八本以下とすることで、排ガスがセルを通過する抵抗を小さくすることができ、圧力損失をより低くすることが可能となる。

[0083] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルおよび上記排ガス導入セルは、曲線により構成された形

状であり、

上記第1排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さの40～75%であることが望ましい。

[0084] 本発明のハニカムフィルタにおいて、上記第1排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さが、上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さの40～75%である場合、初期においては、排ガスは、第1排ガス導入セルと排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁を通過し易く、ある程度、PMが堆積した段階で、第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁を通過するようになる。また、第2排ガス導入セルのセルの断面積は、第1排ガス導入セルのセルの断面積より大きく、排ガス排出セルの断面積は、第2排ガス導入セルの断面積と同じか大きいので、上述した本発明の作用効果を奏する。

[0085] 上記第1排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さが、上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さの40%未満であると、上記第1排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さを極めて薄くする必要があるので、ハニカムフィルタの機械的特性が低くなる。一方、上記第1排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さが、上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さの75%を超えると、両者のセル隔壁の厚さに大きな差がなくなるため、上述した圧損低減の効果が得られないことがある。

[0086] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セル、上記第1排ガス導入セルおよび上記第2排ガス導入セルは、いずれも円形であることが望ましい。

排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルの断面形状がいずれも円形であっても、本発明の作用・効果を奏することができる。

[0087] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、

上記排ガス排出セルおよび上記第2排ガス導入セルの断面形状は、セルの外側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された膨潤正方形であり、一方上記第1排ガス導入セルの断面形状は、セルの内側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された収縮正方形であることが望ましい。

[0088] このハニカムフィルタでは、排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルが上述の構成を有するので、排ガス排出セルが第1排ガス導入セルより断面積が大きくなり、排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルの大きさの関係も、本発明の関係を有するハニカムフィルタとなる。従って、本発明の作用効果を奏することができる。

[0089] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記第2排ガス導入セルの断面積は、上記排ガス排出セルの断面積と同じであり、

上記第1排ガス導入セルの断面積は、上記第2排ガス導入セルの断面積の20～50%であることが望ましい。

上記構成のハニカムフィルタでは、排ガスが第1排ガス導入セルを通過する際の抵抗と第2排ガス導入セルを通過する際の抵抗に差をつけることができ、圧力損失を効果的に抑制することができる。

第1排ガス導入セルの断面積が第2排ガス導入セルの断面積の20%未満であると、第1排ガス導入セルの断面積が小さくなりすぎ、排ガスが第1排ガス導入セルを通過する通過抵抗が大きくなり、圧力損失が高くなり易い。一方、第1排ガス導入セルの断面積が第2排ガス導入セルの断面積の50%を超えると、両者の通過抵抗の差が小さくなり、圧力損失を低くすることが難しくなる。

[0090] 本発明のハニカムフィルタでは、上記排ガス導入セルとしては、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルの2種類のみからなることが望ましい。

第2排ガス導入セルよりも断面積が小さい排ガス導入セルの数が少ない方が

導入セルとしての実効的な面積を大きくすることができ、PMを薄く広く堆積させられるからである。

[0091] 本発明のハニカムフィルタでは、上記ハニカムフィルタは、上記排ガス排出セルおよび上記第1排ガス導入セルおよび上記第2排ガス導入セルを有し、外周に外周壁を有する複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されていることが望ましい。

このような複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成された構造体であっても、一のハニカム焼成体を構成するセルは、本発明の構成となっているので、その集合体も、本発明の効果を奏することができる。

[0092] 本発明のハニカムフィルタでは、上記ハニカムフィルタは、上記排ガス排出セル、上記第1排ガス導入セルおよび上記第2排ガス導入セルを有し、外周に外周壁を有する一のハニカム焼成体により構成されていることが望ましい。

このハニカムフィルタでは、上記ハニカムフィルタは、一のハニカム焼成体により構成されており、上記ハニカム焼成体は、本発明の効果を奏することができる。

[0093] 本発明のハニカムフィルタでは、上記ハニカムフィルタは、ハニカム焼成体から構成されてなり、当該ハニカム焼成体は、炭化ケイ素、または、ケイ素含有炭化ケイ素からなることが望ましい。

上記炭化ケイ素、上記ケイ素含有炭化ケイ素は、耐熱性に優れた材料である。このため、このハニカムフィルタは、より耐熱性に優れたハニカムフィルタとなる。

[0094] 本発明のハニカムフィルタでは、上記ハニカムフィルタはハニカム焼成体から構成されてなり、当該ハニカム焼成体は、コージェライト、または、チタン酸アルミニウムからなることが望ましい。

上記コージェライト、チタン酸アルミニウムは、熱膨張率の低い材料である。このため、このハニカムフィルタは、再生時等において大きな熱応力が発

生した場合であっても、クラック等の発生しにくいハニカムフィルタとなる。

[0095] 本発明のハニカムフィルタでは、上記セル隔壁の気孔率は、40～65%であることが望ましい。

セル隔壁の気孔率が40～65%である場合、セル隔壁は、排ガス中のPMを良好に捕集することができ、かつ、セル隔壁に起因する圧力損失の上昇を抑制することができる。従って、初期の圧力損失が低く、PMを堆積しても圧力損失が上昇しにくいハニカムフィルタとなる。

[0096] セル隔壁の気孔率が40%未満では、セル隔壁の気孔の割合が小さすぎるため、排ガスがセル隔壁を通過しにくくなり、排ガスがセル隔壁を通過する際の圧力損失が大きくなる。一方、セル隔壁の気孔率が65%を超えると、セル隔壁の機械的特性が低く、再生時等において、クラックが発生し易くなる。

[0097] 本発明のハニカムフィルタでは、上記セル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径は、8～25 μm であることが望ましい。

上記構成のハニカムフィルタでは、圧力損失の増加を抑制しながら、高い捕集効率でPMを捕集することができる。セル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径が8 μm 未満であると、気孔が小さすぎるため、排ガスがセル隔壁を透過する際の圧力損失が大きくなる。一方、セル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径が25 μm を超えると、気孔径が大きくなりすぎるので、PMの捕集効率が低下してしまう。

[0098] 本発明のハニカムフィルタでは、外周には、外周コート層が形成されていることが望ましい。

この外周コート層は、内部のセルを機械的に保護する役割を果たす。そのため、圧縮強度等の機械的特性に優れたハニカムフィルタとなる。

[0099] 本発明のハニカムフィルタでは、

ハニカムフィルタを構成するセルの長手方向に垂直な断面形状に関し、
上記第1排ガス導入セル、上記第2排ガス導入セルおよび上記排ガス排出セ

ルは、排ガス出口側の端部から排ガス出口側の端部にかけて目封止部分を除き、それぞれのセルにおける全ての場所において同じであり、上記第1排ガス導入セルおよび上記第2排ガス導入セルの断面形状は互いに異なり、かつ上記排ガス排出セルおよび上記第1排ガス導入セルの断面形状もまた互いに異なっていることが望ましい。この異なるというのは、すなわち合同ではないということであり、しかし相似形は含む趣旨である。すなわち、断面形状が相似形である場合には、断面形状が互いに異なると解釈される。

第1排ガス導入セルそれ自体は、どの断面を見ても同じ形状であり、第2排ガス導入セルおよび排ガス排出セルもまた、それぞれ、どの断面を見ても同じ形状であるが、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルを比較した場合、それらの断面形状は互いに異なり、また、排ガス排出セルおよび第1排ガス導入セルの断面形状を比較した場合もまた互いに異なっている。

[0100] 本発明のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に対して垂直な断面に関して、下記セル構造を1つのセルユニットとして、このセルユニットが、下記セル構造における排ガス排出セルの周囲に配置される第1排ガス導入セルおよび第2排ガスセルを互いに共有しながら、2次元的に繰り返されることにより、ハニカムフィルタを構成していることが望ましい。

セル構造：排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて排ガス導入セルが隣接してなり、上記排ガス導入セルは、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルの2種類からなるとともに、上記排ガス排出セルのセル長手方向に対して垂直な断面の断面積は、上記第2排ガス導入セルのセル長手方向に対して垂直な断面の断面積と同じであるかそれよりも大きく形成されてなり、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セル及び上記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、上記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さが、上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さよりも長いか、もしくは、上記第1排

ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうちいずれか一边は、上記排ガス排出セルと対面し、かつ上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺はいずれも上記排ガス排出セルと対面しないセル構造

または、

セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルと上記排ガス導入セルは、曲線により構成された形状であり、上記第1排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、上記第2排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さよりも薄いセル構造

[0101] 上記セルユニットが2次的に繰り返されて大きな容積のフィルタが構成されるからである。フィルタには外周壁が存在しており、当然セルユニットはこの外周壁から外へは広がらない。このため、セルユニットはこの外周壁の形状に合わせて適宜欠損を受ける。

図面の簡単な説明

[0102] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係るハニカムフィルタの端面の一部を拡大して示した拡大端面図である。

[図2]図2(a)～(b)は、セル断面の形状の一例を示す走査型電子顕微鏡写真(SEM写真)である。

[図3]図3(a)～(b)は、図2に示したセルとは別のセルのセル断面の形状の一例を示す走査型電子顕微鏡写真(SEM写真)である。

[図4]図4(a)～(c)は、本発明の一実施形態に係るハニカムフィルタの端面の一部を拡大して示した拡大端面図である。

[図5]図5は、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタの一例を模式的に示す斜視図である。

[図6]図6(a)は、図5に示すハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の一例を模式的に示す斜視図である。図6(b)は、図6(a)に示すハニカム焼成体のA-A線断面図である。

[図7]図7は、セルの断面形状において、第2排ガス導入セルおよび排ガス排出セルが八角形であり、第1排ガス導入セルが正方形である場合に、セルユ

ニット（セル構造）が2次的に一次的に、すなわちX、Y方向にどのように繰り返し、第1排ガス導入セルおよび第2排ガスセルが各セルユニット（セル構造）間においてどのように共有されるかを示したハニカムフィルタのセル長手方向に垂直な断面の拡大図である。

[図8]図8（a）は、本発明のハニカムフィルタの第一実施形態の変形例の一例を示す斜視図であり、図8（b）は、図8（a）に示すハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体を模式的に示す斜視図である。

[図9]図9は、圧力損失測定方法を模式的に示す断面図である。

[図10]図10は、実施例1及び比較例1において測定したPM捕集量と圧力損失の関係を示すグラフである。

[図11]図11（a）は、本発明の第二実施形態に係る一体型ハニカムフィルタの一例を模式的に示す斜視図であり、図11（b）は、上記一体型ハニカムフィルタのB-B線断面を示す断面図である。

[図12]図12は、本発明の第三実施形態に係るハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の端面におけるセルの配置例の一例を模式的に示す拡大端面図である。

[図13]図13は、セルの断面形状において、第1排ガス導入セル、および第2排ガス導入セルおよび排ガス排出セルが正方形である場合に、セルユニット（セル構造）が2次的に、すなわちX、Y方向にどのように繰り返し、第1排ガス導入セルおよび第2排ガスセルが各セルユニット（セル構造）間においてどのように共有されるかを示したハニカムフィルタのセル長手方向に垂直な断面の拡大図である。

[図14]図14は、本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の端面におけるセルの配置例の一例を模式的に示す拡大端面図である。

[図15]図15は、本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の端面におけるセルの配置例の一例を模式的に示す拡大端面図である。

[図16]図16(a)は、膨潤正方形のセル形状の一例を模式的に示す側面図であり、図16(b)は、収縮正方形のセル形状の一例を模式的に示す側面図であり、図16(c)は、収縮正方形の頂点付近に面取りが施された形状の一例を模式的に示す側面図であり、図16(d)は、膨潤正方形の頂点付近に面取りが施された形状の一例を模式的に示す側面図である。

[図17]図17(a)は、特許文献1に記載のハニカムフィルタを模式的に示した斜視図であり、図17(b)は、図17(a)に示すハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体を模式的に示した斜視図であり、図17(c)、(d)は、上記ハニカムフィルタを模式的に示した端面拡大図である。

[図18]図18(a)は、特許文献2に記載のハニカムフィルタを模式的に示した斜視図であり、図18(b)～(c)は、上記ハニカムフィルタを模式的に示した端面拡大図である。

[図19]図19(a)は、比較例に係るハニカムフィルタを模式的に示す斜視図であり、図19(b)は、図19(a)に示すハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体を模式的に示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0103] 以下、本発明の実施形態について具体的に説明する。しかしながら、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲において適宜変更して適用することができる。

[0104] (第一実施形態)

以下、本発明のハニカムフィルタの一実施形態である第一実施形態について説明する。

[0105] 本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタは、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルと、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルとして、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルとを備え、外周に外周壁を有する複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されている。

[0106] また、上記排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて第 1 排ガス導入セルと第 2 排ガス導入セルとが隣接しており、セルの長手方向に対して垂直方向の断面に関し、上記第 2 排ガス導入セルの断面積が第 1 排ガス導入セルの断面積より大きく、上記排ガス排出セルの断面積は、上記第 2 排ガス導入セルの断面積と同じであり、セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルおよび上記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、上記第 1 排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さが、上記第 2 排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さよりも長い。

なお、セルの長手方向に垂直方向の断面形状に関し、上記排ガス導入セルおよび排ガス排出セルの断面形状は、目封止部分を除き排ガス入口側の端部から上記排ガス出口側の端部にかけて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じである。

[0107] 図 5 は、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタの一例を模式的に示す斜視図である。

図 6 (a) は、図 5 に示すハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の一例を模式的に示す斜視図である。図 6 (b) は、図 6 (a) に示すハニカム焼成体の A-A 線断面図である。

[0108] 図 5 に示すハニカムフィルタ 20 では、複数個のハニカム焼成体 10 が接着材層 15 を介して結束されてセラミックブロック 18 を構成し、このセラミックブロック 18 の外周には、排ガスの漏れを防止するための外周コート層 16 が形成されている。なお、外周コート層 16 は、必要に応じて形成されていればよい。

[0109] このような、複数個のハニカム焼成体が結束されてなるハニカムフィルタは、集合型ハニカムフィルタともいう。

なお、ハニカム焼成体 10 は、四角柱形状であるが、図 6 (a) に示すように、端面における角部が曲線形状となるように面取りが施されており、これ

により角部に熱応力が集中し、クラック等の損傷が発生するのを防止している。上記角部は、直線形状となるように面取りされていてもよい。

[0110] なお、第一実施形態に係るハニカムフィルタでは、排ガス排出セルは、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止されており、排ガス導入セルは、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止されているが、目封止材 11 は、ハニカム焼成体と同じ材料が好ましい。

[0111] 図 6 (a) および図 6 (b) に示すハニカム焼成体 10 では、断面が八角形状の排ガス排出セル 11 の周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて断面が正方形の第 1 排ガス導入セル 12 と断面が八角形状の第 2 排ガス導入セル 14 とが隣接している。第 1 排ガス導入セル 12 と第 2 排ガス導入セル 14 とは、排ガス排出セル 11 の周囲に交互に配置されており、第 2 排ガス導入セル 14 の断面積が第 1 排ガス導入セル 12 の断面積より大きく、排ガス排出セル 11 の断面積は、第 2 排ガス導入セル 14 の断面積と同じである。また、このハニカム焼成体 10 の外周には、外周壁 17 が形成されている。第 2 排ガス導入セル 14 と排ガス排出セル 11 の断面形状は、いずれも八角形であり、互いに合同である。

[0112] 排ガス排出セル 11 と第 2 排ガス導入セル 14 とは、同じ八角形の形状を有しているが、この八角形は、重心に対して点対称であり、斜辺（図 4 において、14a で示す）の長さが全て等しく、縦横の辺（図 4 において、14b で示す）の長さが全て等しい形状の八角形であり、かつ、4 つの第 1 の辺（斜辺）と 4 つの第 2 の辺（縦横の辺）とが交互に配置されており、第 1 の辺と第 2 の辺とのなす角度が 135° である。

なお、「斜辺」とは一般的には直角三角形の直角と相対するもっと長い辺をいうが、この明細書中では、説明の便宜のために、下記に説明する 4 つの仮想的な線分に対して 90° もしくは 0° ではない所定の角度を持つ辺 14a や辺 11b を「斜辺」と表現する。また、これと区別する意味で、下記に説明する仮想的な 4 つの線分に対して平行または垂直な辺 14b や辺 11a を

「縦横の辺」と表現する。

「斜辺」、「縦横の辺」の説明における仮想的な線分とは、排ガス排出セル 1 1 の周囲に配置された 4 つの第 2 排ガス導入セル 1 4 の断面図形の幾何学的な重心間を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セル 1 1 の断面図形と交わらない 4 つの線分（これら 4 つの線分は正方形を構成する）をいう。

[0113] 第 1 排ガス導入セル 1 2 は、正方形の断面形状を有している。

また、隣り合う 3 種類のセル、すなわち排ガス排出セル 1 1 と第 2 排ガス導入セル 1 4 と第 1 排ガス導入セル 1 2 との断面形状に関し、八角形状の排ガス排出セル 1 1 の辺において、セル隔壁 1 3 を隔てて第 1 排ガス導入セル 1 2 と対面する辺 1 1 a と、正方形の第 1 排ガス導入セル 1 2 の辺において、セル隔壁 1 3 を隔てて排ガス排出セル 1 1 と対面する辺 1 2 a とは平行である。

また、八角形の排ガス排出セル 1 1 の辺において、八角形の第 2 排ガス導入セル 1 4 とセル隔壁 1 3 を隔てて対面する辺 1 1 b と、八角形の第 2 排ガス導入セル 1 4 の辺において、セル隔壁 1 3 を隔てて排ガス排出セル 1 1 と対面する辺 1 4 a とは平行である。また、第 1 排ガス導入セル 1 2 の辺において、セル隔壁 1 3 を隔てて第 2 排ガス導入セル 1 4 と対面する辺 1 2 b と、第 2 排ガス導入セル 1 4 の辺において、セル隔壁 1 3 を隔てて第 1 排ガス導入セル 1 2 と対面する辺 1 4 b とは平行である。また、互いに平行な辺の間の距離は、いずれの組み合わせにおいても互いに等しい。すなわち、互いに平行な辺 1 1 a と辺 1 2 a の間の距離、互いに平行な辺 1 1 b と辺 1 4 a の間の距離および互いに平行な辺 1 2 b と辺 1 4 b との間の距離は互いに等しい。

[0114] さらに、排ガス排出セル 1 1、第 1 排ガス導入セル 1 2、第 2 排ガス導入セル 1 4 は、それぞれ以下の条件を満たすように配置されている。

すなわち、排ガス排出セル 1 1 を包囲している 4 つの第 2 排ガス導入セル 1 4 の八角形図形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セル 1 1 の八角形図形領域を通過する 2 本の線分の交点は、排ガス排出セル 1

1の八角形図形の幾何学的な重心と一致する。

また、4つの第2排ガス導入セル14の八角形図形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セル11の八角形図形領域を通過しない4本は、正方形を構成し、その各辺の中点は排ガス排出セル11を包囲している4つの第1排ガス導入セル12の正方形図形の幾何学的な重心と一致する。

[0115] このように、八角形である排ガス排出セル11の周囲にセル隔壁13を隔てて正方形の第1排ガス導入セル12と八角形の第2排ガス導入セル14がそれぞれ4つずつ交互に配置されて排ガス排出セル11を包囲した構造を1つのユニットとして、このユニットが、互いに第1排ガス導入セル12および第2排ガス導入セル14を共有しながら、2次元的に繰り返して配列してハニカムフィルタを構成するのである。各ユニットは、互いに第1排ガス導入セル12および第2排ガス導入セル14を共有しているのであるから、排ガス排出セル11とセル隔壁13を隔てて接する第1排ガス導入セル12および第2排ガス導入セル14は、隣接するユニットにおける排ガス排出セル11とセル隔壁13を隔てて接しているのである。

[0116] 図7は、セルの断面形状において、第2排ガス導入セル14および排ガス排出セル11が八角形であり、第1排ガス導入セル12が正方形であり、上記説明の条件を満たす配置である場合に、セルユニット（セル構造）が2次元的に、すなわち図7中に記載したX、Y方向にどのように繰り返し、第1排ガス導入セル12および第2排ガスセル14が各セルユニット（セル構造）間においてどのように共有されるかを示したハニカムフィルタのセル長手方向に垂直な断面の拡大図である。

セルユニット1、セルユニット2およびセルユニット3は、いずれも上記説明の条件を満たすように排ガス排出セル11の全周囲にセル隔壁13を介して第1排ガス導入セル12および第2排ガス導入セル14をそれぞれ4つずつ交互に配置した構造を有している。セルユニット2はセルユニット1と同じ構造を持っており、セルユニット1と1つの第1排ガス導入セル12およ

び2つの第2排ガス導入セル14を共有してX方向に隣接している。セルユニット1およびセルユニット2によって共有されているセルは図7中に「共有部分2」と記載している。また、ユニットセル3は、セルユニット1と同じ構造を持っており、セルユニット1と1つの第1排ガス導入セル12および2つの第2排ガス導入セル14を共有してY方向に隣接している。セルユニット1およびセルユニット3によって共有されているセルは図7中に「共有部分1」と記載している。

なお、4つの第2排ガス導入セル14の八角形図形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セル11の八角形図形領域を通過しない4本の線分H、I、J、K、および、排ガス排出セル11の八角形図形領域を通過する仮想的な2本の線分L、Mを、図7中に示している。そして、「共有部分2」は、線分Mと同じ方向の線分からなるハッチングにより描かれており、「共有部分1」は、線分Lと同じ方向の線分からなるハッチングにより描かれている。

図7に示すように、2本の線分L、Mの交点は、排ガス排出セル11の幾何学的な重心と一致している。

[0117] 上記したセルの形状に関し、図4～6に示すハニカムフィルタ20では、排ガス排出セル11および第2排ガス導入セル14の断面は八角形、第1排ガス導入セル12の断面は正方形であるが、本発明のハニカムフィルタを構成する排ガス排出セルおよび排ガス導入セルの断面の形状は、上記形状に限定されず、下記するように全て正方形であってもよく、他の多角形の組み合わせであってもよい。

[0118] また、このような断面が多角形のセルの排ガス排出セル11、第1排ガス導入セル12、および第2排ガス導入セル14の角部は、断面が曲線となる曲線面取り形状となってもよい。

上記曲線としては、円を4等分に分割した際に得られる曲線、楕円を長軸および長軸に垂直な直線で4等分に分割した際に得られる曲線等が挙げられる。特に断面が四角形状のセルの角部に断面が曲線となる曲線面取り形状とな

っていることが好ましい。角部に応力が集中することによりセル隔壁にクラックが入るのを防止することができるからである。

また、このハニカムフィルタ20では、必要に応じて、断面が円形等の曲線からなるセルが一部含まれていてもよい。

[0119] 第1排ガス導入セル12の断面積は、第2排ガス導入セル14の断面積の20～50%であることが好ましく、22～45%であることがより好ましい。

[0120] 図4～6に示したハニカムフィルタ20では、排ガス排出セル11の断面積は、第2排ガス導入セル14の断面積と同じであるが、排ガス排出セル11の断面積は、第2排ガス導入セル14の断面積より大きくてもよい。

その場合、排ガス排出セル11の断面積は、第2排ガス導入セル14の断面積の1.05～1.5倍であることが好ましい。

[0121] また、第1排ガス導入セル12の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺12aの長さが、第2排ガス導入セル14の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺14aの長さよりも長い。上述した本発明の定義によれば、辺12a、14aは、排ガス排出セル11と対面している辺である。

[0122] 第1排ガス導入セル12の辺12aの長さに対する第2排ガス導入セル14の辺14aの長さの比（辺14aの長さ／辺12aの長さ）は、特に限定されるものではないが、0.8以下が好ましく、0.7以下がより好ましく、0.5以下がさらに好ましい。

[0123] 図6（b）に示すように、第1排ガス導入セル12または第2排ガス導入セル14に流入した排ガス G_1 （図6（b）中、排ガスを G_1 で示し、排ガスの流れを矢印で示す）は、必ず、排ガス排出セル11と第1排ガス導入セル12または第2排ガス導入セル14とを隔てるセル隔壁13を通過した後、排ガス排出セル11から流出するようになっている。排ガス G_1 がセル隔壁13を通過する際に、排ガス中のPM等が捕集されるため、セル隔壁13は、フィルタとして機能する。

[0124] このように、排ガス排出セル 1 1、第 1 排ガス導入セル 1 2 および第 2 排ガス導入セル 1 4 は、排ガス等の気体を流通させることができる。図 6 (b) に示す方向に排ガスを流通させる場合、ハニカム焼成体 1 0 の第 1 の端面 1 0 a 側の端部（排ガス排出セル 1 1 が目封止されている側の端部）を排ガス入口側の端部といい、ハニカム焼成体 1 0 の第 2 の端面 1 0 b 側の端部（第 1 排ガス導入セル 1 2 および第 2 排ガス導入セル 1 4 が目封止されている側の端部）を排ガス出口側の端部という。

[0125] このような構成のハニカムフィルタ 2 0 では、本発明に係るハニカムフィルタの作用・効果で説明したように、初期の圧力損失を従来のハニカムフィルタに比べて低くすることができるとともに、かなりの量の PM がセル隔壁に堆積した段階においても、圧力損失の上昇割合が小さく、初期から PM が限界に近い量堆積するまでの使用範囲の全体にわたって圧力損失を大幅に改善することができる。

[0126] 第一実施形態に係るハニカムフィルタ 2 0 は、複数のハニカム焼成体 1 0 により構成されているが、ハニカム焼成体 1 0 の構成材料としては、例えば、炭化ケイ素、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等の炭化物セラミック、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等の窒化物セラミック、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト、チタン酸アルミニウム、ケイ素含有炭化ケイ素等の酸化物セラミック等が挙げられる。これらのなかでは、炭化ケイ素、または、ケイ素含有炭化ケイ素が好ましい。耐熱性、機械強度、熱伝導性等に優れるからである。

なお、ケイ素含有炭化ケイ素は、炭化ケイ素に金属ケイ素が配合されたものであり、炭化ケイ素を 60 wt % 以上含むケイ素含有炭化ケイ素が好ましい。

[0127] 第一実施形態に係るハニカムフィルタ 2 0 を構成するハニカム焼成体 1 0 のセル同士を隔てるセル隔壁の厚さは、全ての場所において等しいことが望ましい。また、セル隔壁の厚さは、0.10～0.46 mm であることが好ましく、0.15～0.31 mm がより好ましい。外周壁 1 7 の厚さは、0.

10～0.50mmが好ましい。なお、セル隔壁の厚さは、上記した定義に基づき、図1に示した厚さDとして測定された値である。

[0128] 第一実施形態に係るハニカムフィルタ20を構成するハニカム焼成体10のセル隔壁及び外周壁の気孔率は、40～65%であることが好ましい。

[0129] 第一実施形態に係るハニカムフィルタ20を構成するハニカム焼成体10のセル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径は、8～25 μ mであることが好ましい。

[0130] ハニカム焼成体10の断面におけるセルの単位面積あたりの数は、31～62個/cm²（200～400個/inch²）であることが望ましい。

[0131] 本発明の実施形態に係るハニカムフィルタ20では、外周に外周壁を有する複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されている。ハニカム焼成体を接着する接着材は、無機バインダと無機粒子とを含む接着材ペーストを塗布、乾燥させたものである。上記接着材は、さらに無機繊維および／またはウスカを含んでいてもよい。

接着材層の厚さは、0.5～2.0mmが好ましい。

[0132] 本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタでは、ハニカムフィルタの外周に外周コート層を備えていてもよいが、外周コート層の材料は、接着材の材料と同じであることが望ましい。

外周コート層の厚さは、0.1～3.0mmが好ましい。

[0133] 次に、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタの製造方法について説明する。

なお、以下においては、セラミック粉末として、炭化ケイ素を用いる場合について説明する。

（1）セラミック粉末とバインダとを含む湿潤混合物を押出成形することによってハニカム成形体を作製する成形工程を行う。

具体的には、まず、セラミック粉末として平均粒子径の異なる炭化ケイ素粉末と、有機バインダと、液状の可塑剤と、潤滑剤と、水とを混合することにより、ハニカム成形体製造用の湿潤混合物を調製する。

[0134] 上記湿潤混合物には、必要に応じて酸化物系セラミックを成分とする微小中空球体であるバルーンや、球状アクリル粒子、グラファイト等の造孔剤を添加してもよい。

バルーンとしては特に限定されず、例えば、アルミナバルーン、ガラスマイクロバルーン、シラスバルーン、フライアッシュバルーン（F Aバルーン）、ムライトバルーン等が挙げられる。これらの中では、アルミナバルーンが望ましい。

[0135] 続いて、上記湿潤混合物を押出成形機に投入し、押出成形することにより所定の形状のハニカム成形体を作製する。

この際、図4、6に示すセル構造（セルの形状およびセルの配置）を有する断面形状が作製されるような金型を用いてハニカム成形体を作製する。

[0136] （2）ハニカム成形体を所定の長さに切断し、マイクロ波乾燥機、熱風乾燥機、誘電乾燥機、減圧乾燥機、真空乾燥機、凍結乾燥機等を用いて乾燥させた後、所定のセルに封止材となる封止材ペーストを充填して上記セルを目封止する目封止工程を行う。

ここで、封止材ペーストとしては、上記湿潤混合物を用いることができる。

[0137] （3）ハニカム成形体を脱脂炉中、300～650℃に加熱し、ハニカム成形体中の有機物を除去する脱脂工程を行った後、脱脂されたハニカム成形体を焼成炉に搬送し、2000～2200℃に加熱する焼成工程を行うことにより、図4～6に示したようなハニカム焼成体を作製する。

なお、セルの端部に充填された封止材ペーストは、焼成され、目封止材となる。

また、切断工程、乾燥工程、目封止工程、脱脂工程および焼成工程の条件は、従来からハニカム焼成体を作製する際に用いられている条件を適用することができる。

[0138] （4）支持台上で複数個のハニカム焼成体を接着材ペーストを介して順次積み上げて結束する結束工程を行い、ハニカム焼成体が複数個積み上げられるハニカム集合体を作製する。

接着材ペーストとしては、例えば、無機バインダと有機バインダと無機粒子とからなるものを使用する。また、上記接着材ペーストは、さらに無機繊維および／またはウスカを含んでいてもよい。

[0139] 上記接着材ペーストに含まれる無機粒子としては、例えば、炭化物粒子、窒化物粒子等が挙げられる。具体的には、炭化ケイ素粒子、窒化ケイ素粒子、窒化ホウ素粒子等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。無機粒子の中では、熱伝導性に優れる炭化ケイ素粒子が望ましい。

[0140] 上記接着材ペーストに含まれる無機繊維及び／又はウスカとしては、例えば、シリカーアルミナ、ムライト、アルミナ、シリカ等からなる無機繊維及び／又はウスカ等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。無機繊維の中では、アルミナファイバが望ましい。また、無機繊維は、生体溶解性ファイバであってもよい。

[0141] さらに、上記接着材ペーストには、必要に応じて酸化物系セラミックを成分とする微小中空球体であるバルーンや、球状アクリル粒子、グラファイト等を添加してもよい。バルーンとしては特に限定されず、例えば、アルミナバルーン、ガラスマイクロバルーン、シラスバルーン、フライアッシュバルーン（FAバルーン）、ムライトバルーン等が挙げられる。

[0142] (5) ハニカム集合体を加熱することにより接着材ペーストを加熱固化して接着材層とし、四角柱状のセラミックブロックを作製する。

接着材ペーストの加熱固化の条件は、従来からハニカムフィルタを作製する際に用いられている条件を適用することができる。

[0143] (6) セラミックブロックに切削加工を施す切削加工工程を行う。

具体的には、ダイヤモンドカッターを用いてセラミックブロックの外周を切削することにより、外周が略円柱状に加工されたセラミックブロックを作製する。

[0144] (7) 略円柱状のセラミックブロックの外周面に、外周コート材ペーストを塗布し、乾燥固化して外周コート層を形成する外周コート層形成工程を行う

。

ここで、外周コート材ペーストとしては、上記接着材ペーストを使用することができる。なお、外周コート材ペーストとして、上記接着材ペーストと異なる組成のペーストを使用してもよい。

なお、外周コート層は必ずしも設ける必要はなく、必要に応じて設ければよい。

外周コート層を設けることによって、セラミックブロックの外周の形状を整えて、円柱状のハニカムフィルタとすることができる。

以上の工程によって、ハニカム焼成体を含むハニカムフィルタを作製することができる。

[0145] 上記工程では、切削工程を行うことにより所定形状のハニカムフィルタを作製していたが、ハニカム焼成体を作製する工程において、外周全体に外周壁を有する複数形状のハニカム焼成体を作製し、それら複数形状のハニカム焼成体を接着材層を介して組み合わせることにより円柱等の所定形状となるようにしてもよい。この場合には、切削工程を省略することができる。

[0146] 以下、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタの作用効果について列挙する。

(1) 本実施形態のハニカムフィルタでは、初期の圧力損失を従来のハニカムフィルタに比べて低くすることができるとともに、かなりの量のPMがセル隔壁に堆積した段階においても、圧力損失の上昇割合が小さく、初期からPMが限界に近い量堆積するまでの使用範囲の全体にわたって圧力損失を大幅に改善することができる。

[0147] (2) 本実施形態のハニカムフィルタでは、第1排ガス導入セルの断面積は、第2排ガス導入セルの断面積の20～50%とすることができる。

第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルの断面比率を上記のようにすることにより、排ガスが第1排ガス導入セルを通過する際の抵抗と第2排ガス導入セルを通過する際の抵抗に差をつけることができ、圧力損失を効果的に抑制することができる。

[0148] (3) 本実施形態のハニカムフィルタでは、第1排ガス導入セルの辺の長さに対する第2排ガス導入セルの辺の長さの比を0.8以下とすることができる。

第1排ガス導入セルの辺の長さに対する第2排ガス導入セルの辺の長さの比をこのようにすることにより、排ガスが、排ガス排出セルと第1排ガス導入セルとを隔てるセル隔壁をより通過し易くなり、初期の圧力損失を効果的に抑制することができ、PMが堆積した後も圧力損失の増加割合の上昇を抑制することができる。

[0149] (4) 本実施形態のハニカムフィルタでは、ハニカム焼成体の構成材料として、炭化ケイ素又はケイ素含有炭化ケイ素とすることができ、耐熱性に優れたハニカムフィルタとすることができる。

[0150] (5) 本実施形態のハニカムフィルタでは、セル同士を隔てるセル隔壁の厚さは、全ての場所において等しくすることができる。

セル隔壁の全体の厚さをこのように設定することにより、ハニカムフィルタの全体で同じ効果を奏するようにすることができる。

[0151] (6) 本実施形態のハニカムフィルタでは、セル隔壁の厚さを、0.10～0.46mmとすることができる。

セル隔壁をこのような厚さに設定することにより、排ガス中のPMを捕集するのに十分な厚さを有するとともに、圧力損失の増加を効果的に抑制することができる。

[0152] (7) 本実施形態のハニカムフィルタでは、ハニカムフィルタ20を構成するセル隔壁及び外周壁の気孔率は、40～65%とすることができる。

気孔率をこのように設定することにより、セル隔壁は、排ガス中のPMを良好に捕集することができ、かつ、セル隔壁に起因する圧力損失の上昇を抑制することができる。

[0153] (8) 本実施形態のハニカムフィルタでは、ハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体のセル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径を8～25 μ mとすることができる。

上記セル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径をこのように設定することにより、圧力損失の増加を抑制しながら、高い捕集効率でPMを捕集することができる。

[0154] (9) 本実施形態のハニカムフィルタでは、セルの長手方向に垂直方向の断面形状に関し、上記排ガス導入セルおよび排ガス排出セルの断面形状は、目封止部分を除き排ガス入口側の端部から上記排ガス出口側の端部にかけて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じである。

従って、ハニカムフィルタの全体で同様の効果を奏することができ、ハニカムフィルタの場所による形状の不均一に起因する不都合の発生を防止することができる。

[0155] (10) 本実施形態のハニカムフィルタは、ハニカムフィルタに堆積したPMを燃焼除去する再生時に発生する熱衝撃によるクラックが発生しにくい。本実施形態のハニカムフィルタにおいては、排ガス出口側の端部に設けられる封止部、すなわち第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルに充填される封止部が、セル隔壁を介して、第1排ガス導入セルの1つの辺の長さ以上の幅をもって、縦横に列になり存在する。一般にハニカムフィルタを再生させる場合、ハニカムフィルタの排ガス入口側に堆積したPMから順に燃焼し、排ガスの流れにのって、ハニカムフィルタの出口側に熱を伝播しながら出口側まで全てのPMが燃焼する。そのため、ハニカムフィルタの出口側ほど高温に曝され、ハニカムフィルタの径方向の温度差がつきやすく、熱応力によってクラックが発生してしまう。このようなクラックは、セルの断面積に大小関係があり、PMが堆積する排ガス導入セルの断面形状として正方形を含む場合に応力集中が生じやすく顕著である。しかし本実施形態のハニカムフィルタでは、排ガス出口側の端部に縦横に列になっている封口部が熱伝導層および外部への放熱層となり、ハニカムフィルタの排ガス出口側の端部での径方向の温度差を小さくすることができ、発生する熱応力を小さくし、クラックが発生しにくくなる。さらに、本実施形態のハニカムフィルタでは、第1排ガス導入セルより多くPMが堆積する第2排ガス導入セルに充填され

る封止材の量が、その断面積に応じて多くなり、それに伴い封止部の熱容量も大きくなっている。そのため、この封止部によって、各セル単位で考えても、PMの燃焼熱のより大きい第2排ガス導入セルの温度上昇を抑制し、ハニカムフィルタの径方向の温度差を小さくすることができ、発生する熱応力を小さくできると考えられる。

このため、本実施形態のハニカムフィルタは、その排ガス導入セルの断面形状として正方形を含んでいても再生時のクラックを抑制できると考えられる。

[0156] 図8(a)は、本発明に係るハニカムフィルタの第一実施形態の変形例の一例を示す斜視図であり、図8(b)は、図8(a)に示すハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体を模式的に示す斜視図である。

図8(a)および図8(b)に示すハニカムフィルタ20aを構成するハニカム焼成体10aでは、断面が八角形状の排ガス排出セル11の周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて断面が正方形の第1排ガス導入セル12と断面が八角形状の第2排ガス導入セル14とが隣接している。第1排ガス導入セル12と第2排ガス導入セル14とは、排ガス排出セル11の周囲に交互に配置されており、第2排ガス導入セル14の断面積が第1排ガス導入セル12の断面積より大きく、排ガス排出セル11の断面積は、第2排ガス導入セル14の断面積と同じである。また、このハニカム焼成体10aの外周には、外周壁17aが形成されており、外周壁17aに隣接するセルは、全て排ガス導入セル(第1排ガス導入セル12および第2排ガス導入セル14)となっている。

第2排ガス導入セル14と排ガス排出セル11の断面形状は、いずれも八角形であり、互いに合同である。

[0157] 本実施形態に係るハニカムフィルタ20aでは、角部以外の外周壁17aの厚さが均一になるように、セルの長手方向に垂直な断面における外周壁17aに隣接する排ガス導入セルの外周壁17aに接する辺は、外周壁17aの外壁をなす辺と平行かつ直線的に形成されている。

[0158] 従って、外周壁 17 a に一番近い第 2 排ガス導入セル 14 A の断面は、一部がカットされているため、八角形から六角形に変化している。第 1 排ガス導入セル 12 A の断面形状は、一部カットされた形状でもよいが、第 1 排ガス導入セル 12 の断面形状と合同であることが好ましい。

また、ハニカム焼成体 10 a の角部に存在する第 2 排ガス導入セル 14 B は、八角形から、曲線からなる面取り部 14 O を有する略五角形に変化している。このように構成することにより、外周壁によりハニカム焼成体の強度が向上すると共に、ハニカム焼成体における排ガス排出セルと排ガス導入セルの容積比率の部分的なバラツキがより抑えられ、より排ガスの流れが均一になるため、圧力損失を低減させることができる。

[0159] 以下、本発明の第一実施形態をより具体的に開示した実施例を示す。なお、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

(実施例 1)

[0160] 平均粒子径 $2.2 \mu\text{m}$ を有する炭化ケイ素の粗粉末 52.8 重量%と、平均粒子径 $0.5 \mu\text{m}$ の炭化ケイ素の微粉末 22.6 重量%とを混合し、得られた混合物に対して、有機バインダ（メチルセルロース）4.6 重量%、潤滑剤（日油（株）製 ユニループ）0.8 重量%、グリセリン 1.3 重量%、造孔材（アクリル樹脂）1.9 重量%、オレイン酸 2.8 重量%、及び、水 13.2 重量%を加えて混練して湿潤混合物を得た後、押出成形する成形工程を行った。

本工程では、図 8（a）に示したハニカム焼成体 10 a と同様の形状であって、セルの目封じをしていない生のハニカム成形体を作製した。

[0161] 次いで、マイクロ波乾燥機を用いて上記生のハニカム成形体を乾燥させることにより、ハニカム成形体の乾燥体を作製した。その後、ハニカム成形体の乾燥体の所定のセルに封止材ペーストを充填してセルの目封止を行った。

具体的には、排ガス入口側の端部及び排ガス出口側の端部が図 8（b）に示す位置で目封止されるようにセルの目封止を行った。

なお、上記湿潤混合物を封止材ペーストとして使用した。セルの目封止を行

った後、封止材ペーストを充填したハニカム成形体の乾燥体を再び乾燥機を用いて乾燥させた。

[0162] 続いて、セルの目封止を行ったハニカム成形体の乾燥体を 400°C で脱脂する脱脂処理を行い、さらに、常圧のアルゴン雰囲気下 2200°C 、3時間の条件で焼成処理を行った。

これにより、四角柱のハニカム焼成体を作製した。

[0163] 以下、辺の長さおよび断面積を先に説明した電子顕微鏡写真および画像解析式粒度分布ソフトウェア（株式会社マウンテック（Mountech）製）MAC-View (Version3.5)なる計測ソフトウェアを用いて計測することができる。

作製したハニカム焼成体は、気孔率が45%、平均気孔径が $15\mu\text{m}$ 、大きさが $34.3\text{mm} \times 34.3\text{mm} \times 150\text{mm}$ 、セルの数（セル密度）が $290\text{個}/\text{inch}^2$ （ハニカム焼成体内のセルの数は529個）、セル隔壁の厚さが 0.25mm （ 10mil ）、最外周壁の厚さが 0.35mm の炭化ケイ素焼結体からなる図8（b）に示す形態のハニカム焼成体10aであった。

[0164] 作製したハニカム焼成体10aのセルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セル11の周囲全体には第1排ガス導入セル12、12A及び第2排ガス導入セル14、14A、14Bが隣接していた。第1排ガス導入セル12、12Aは、正方形からなり、第1排ガス導入セル12、12Aの断面形状を構成する辺の長さは 0.96mm であった。

第2排ガス導入セル14は、外周壁17に隣接する第2排ガス導入セル14A、14Bを除き、八角形であり、排ガス排出セルと対面している辺である斜辺の長さは 0.27mm であり、排ガス排出セル11と対面していない縦横辺の長さは 1.11mm であった。

すなわち、第2排ガス導入セル14の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺の長さは、第1排ガス導入セル12の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺の長さの0.28倍であった。

なお、四隅に位置する第2排ガス導入セル14Bに関し、外周壁17と隣接する辺の長さは、1.23mmであり、縦横の辺の長さは、1.04mmであり、斜辺の長さは、0.27mmであり、断面積は、1.48mm²であった。

一方、第2排ガス導入セル14Aに関し、外周壁17と隣接する辺の長さは、1.49mmであり、外周壁17と隣接する辺と平行な縦の辺の長さは、1.11mmであり、外周壁17と隣接する辺と直角に結合している横の辺の長さは、1.04mmであり、斜辺の長さは、0.27mmであり、断面積は、1.79mm²であった。

[0165] 排ガス排出セル11は、八角形であり、その形状は第2排ガス導入セル14と同様であり、第2排ガス導入セル14と対面している斜辺の長さは0.27mmであり、第1排ガス導入セル12と対面している縦横辺の長さは1.11mmであった。

[0166] 第1排ガス導入セル12の断面積は、0.93mm²であり、第2排ガス導入セル14及び排ガス排出セル11の断面積はともに2.17mm²であった。すなわち、第1排ガス導入セル12の断面積は、第2排ガス導入セル14の断面積の43%であった。

また、排ガス排出セル11の断面積は、第2排ガス導入セル14の断面積と同じであり、かつ、第1排ガス導入セル12の断面積よりも大きくなっていた。

[0167] なお、ハニカム焼成体は、端面における角部が曲線形状となるように面取りが施された四角柱形状であった。

[0168] 続いて、平均繊維長20μmのアルミナファイバ30重量%、平均粒子径0.6μmの炭化ケイ素粒子21重量%、シリカゾル15重量%、カルボキシメチルセルロース5.6重量%、及び、水28.4重量%を含む耐熱性の接着材ペーストを用いてハニカム焼成体を多数結束させ、さらに、接着材ペーストを120℃で乾燥固化させて接着材層を形成して角柱状のセラミックブロックを作製した。

[0169] 続いて、角柱状のセラミックブロックの外周をダイヤモンドカッターを用いて切断することにより略円柱状のセラミックブロックを作製した。

[0170] 続いて、接着材ペーストと同様の組成からなるシール材ペーストをセラミックブロックの外周面に塗布し、シール材ペーストを120℃で乾燥固化させて外周コート層を形成することにより、円柱状のハニカムフィルタの製造を完了した。

ハニカムフィルタの直径は143.8mm、長手方向の長さは150mmであった。

[0171] (比較例1)

実施例1と同様に成形工程を行い、生のハニカム成形体を得て、次いで、マイクロ波乾燥機を用いて上記生のハニカム成形体を乾燥させることにより、ハニカム成形体の乾燥体を作製した。その後、ハニカム成形体の乾燥体の所定のセルに封止材ペーストを充填してセルの目封止を行った。

ここで、セルの目封止を行う位置を実施例1から変更し、排ガス出口側の端部となる端面では八角形のセルの全てを目封止し、排ガス入口側の端部となる端面では正方形のセルの全てを目封止して、両方の端面においてセルが交互に目封止されるようにした。

その結果、排ガス入口側の端部及び排ガス出口側の端部が図19(b)に示す位置で目封止されたハニカム成形体となった。

以後、実施例1と同様の工程を行い、図19(a)、(b)に示すハニカム焼成体130を作製し、ハニカムフィルタ120を作製した。

[0172] 作製したハニカム焼成体130のセルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス導入セル132は、外周壁137に隣接する排ガス導入セル132A、132Bを除き、全て八角形であった。

排ガス排出セル131と対面している辺は縦横辺であり、その長さは1.11mmであった。

他の排ガス導入セル132、132A、132Bと対面している辺は斜辺であり、その長さは0.27mmであった。

排ガス排出セル131、131Aは、全て正方形であり、排ガス排出セル131、131Aの断面形状を構成する辺の長さは0.96mmであった。

なお、四隅に位置する排ガス導入セル132Bに関し、外周壁137と隣接する辺の長さは、1.23mmであり、縦横の辺の長さは、1.04mmであり、斜辺の長さは、0.27mmであり、断面積は、1.48mm²であった。

一方、排ガス導入セル132Aに関し、外周壁137と隣接する辺の長さは、1.49mmであり、外周壁17と隣接する辺と平行な縦の辺の長さは、1.11mmであり、外周壁17と隣接する辺と直角に結合している横の辺の長さは、1.04mmであり、斜辺の長さは、0.27mmであり、断面積は、1.79mm²であった。

また、セル隔壁133の厚さは、0.25mmであり、外周壁の厚さは、0.35mmであった。

[0173] 排ガス導入セル132の断面積は、2.17mm²であり、排ガス排出セル131の断面積は0.93mm²であった。すなわち、排ガス導入セル132の断面積は、排ガス排出セル131の断面積よりも大きくなっていた。

[0174] 実施例1及び比較例1で製造したハニカムフィルタについて、図9に示したような圧力損失測定装置を用いて、PM捕集量と圧力損失の関係を測定した。

図9は、圧力損失測定方法を模式的に示す断面図である。

この圧力損失測定装置210は、排気量1.6リットルのディーゼルエンジン211の排ガス管212に、ハニカムフィルタ20を金属ケーシング213内に固定して配置し、ハニカムフィルタ20の前後の圧力を検出可能になるように圧力計214が取り付けられている。

ハニカムフィルタ20は、その排ガス入口側の端部がディーゼルエンジン211の排ガス管212に近い側に配置される。すなわち、排ガス入口側の端部が開口されたセルに排ガスが流入するように配置される。

ディーゼルエンジン211を回転数3100rpm、トルク50Nmで運転

して、ディーゼルエンジン 211 からの排ガスをハニカムフィルタ 20 に流通させて PM をハニカムフィルタに捕集させた。

そして、ハニカムフィルタの見かけ体積 1 リットルあたりの PM の捕集量 (g/L) と圧力損失 (kPa) の関係を測定した。

[0175] 図 10 は、実施例 1 及び比較例 1 において測定した PM 捕集量と圧力損失の関係を示すグラフである。

この結果から、実施例 1 に係るハニカムフィルタでは、PM 捕集量が 0 g/L の時点の圧力損失である初期圧力損失が 1.1 kPa と低く、さらに、PM を 8 g/L まで捕集させた場合でも圧力損失が 6.6 kPa と低くなっており、PM 捕集量が 0 g/L から 8 g/L までの全ての時点において、比較例 1 に係るハニカムフィルタと比べて低くなっているという顕著な効果が示された。なお、比較例 1 に係るハニカムフィルタでは、PM 捕集量が 0 g/L の時点の圧力損失である初期圧力損失が 1.3 kPa であり、PM を 8 g/L まで捕集させた場合の圧力損失が 7.2 kPa である。

[0176] (第二実施形態)

以下、本発明の第二実施形態に係るハニカムフィルタについて説明する。

第二実施形態に係るハニカムフィルタは、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルと、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルとして、第 1 排ガス導入セルおよび第 2 排ガス導入セルとを備え、外周に外周壁を有する一のハニカム焼成体により構成されている。

[0177] また、上記排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて第 1 排ガス導入セルと第 2 排ガス導入セルとが隣接しており、

セルの長手方向に対して垂直方向の断面に関し、上記第 2 排ガス導入セルの断面積が第 1 排ガス導入セルの断面積より大きく、上記排ガス排出セルの断面積は、上記第 2 排ガス導入セルの断面積と同じであり、

セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルおよび上記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、上記第 1 排ガス導入セルの断面形状

を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さが、上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、上記排ガス排出セルと対面している辺の長さよりも長い。

なお、セルの長手方向に垂直方向の断面形状に関し、上記排ガス導入セルおよび排ガス排出セルの断面形状は、目封止部分を除き排ガス入口側の端部から上記排ガス出口側の端部にかけて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じである。

[0178] すなわち、第二実施形態に係るハニカムフィルタは、第一実施形態に係る集合型のハニカムフィルタと異なり、外周に外周壁を有する一のハニカム焼成体により構成されている以外は、第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様に構成されている。このような一のハニカム焼成体により構成されたハニカムフィルタは、一体型ハニカムフィルタともいう。

[0179] 図11(a)は、本発明の第二実施形態に係る一体型ハニカムフィルタの一例を模式的に示す斜視図であり、図11(b)は、上記一体型ハニカムフィルタのB-B線断面を示す断面図である。

[0180] 図11(a)、(b)に示すハニカムフィルタ30では、断面が八角形状の排ガス排出セル31の周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて断面が正方形の第1排ガス導入セル32と断面が八角形状の第2排ガス導入セル34とが隣接している。第1排ガス導入セル32と第2排ガス導入セル34とは、排ガス排出セル31の周囲に交互に配置されており、第2排ガス導入セル34の断面積が第1排ガス導入セル32の断面積より大きく、排ガス排出セル31の断面積は、第2排ガス導入セル34の断面積と同じである。

[0181] また、第1排ガス導入セル32の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル31と対面している辺32aの長さが、第2排ガス導入セル34の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺34aの長さよりも長い。

[0182] 本実施形態に係るハニカムフィルタ30は、一のハニカム焼成体により構成されており、外周には、外周壁37が形成されている。本実施形態に係るハ

ニカムフィルタ 30 を構成する材料としては、コーゼライト、チタン酸アルミニウムが好ましい。これらの材料は、熱膨張率が低いため、大型のハニカムフィルタであっても、再生時等において発生する熱応力に起因するクラック等が発生しにくい。

上述した内容以外の実施形態の内容は、第一実施形態に記載した内容と同様であるので、ここでは、その説明を省略する。

[0183] 本実施形態のハニカムフィルタ 30 は、第一実施形態で製造するハニカム焼成体をそのまま用いるか、外周に外周コート層を形成する他は、本発明の第一実施形態で説明した方法と同様の方法を用いて製造することができる。従って、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタの製造方法における（４）、（５）及び（６）の工程を必要とせず、外周コート層を形成しない場合には、（７）の工程も必要としない。

[0184] 本実施形態に係るハニカムフィルタ 30 は、基本的なセルの配置、形状、目封止の態様等が第一実施形態に係るハニカムフィルタ 20 と同様であるので、第一実施形態に記載した（１）～（１０）の作用・効果と同様の作用・効果を奏することができる。

[0185] （第三実施形態）

以下、本発明の第三実施形態に係るハニカムフィルタについて説明するが、以下に説明する事項以外の事項は、第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様に構成されている。

[0186] 本発明の第三実施形態に係るハニカムフィルタは、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルと、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルとして、第１排ガス導入セルおよび第２排ガス導入セルとを備え、外周に外周壁を有する複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されている。

[0187] また、上記排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて第１排ガス導入セルと第２排ガス導入セルとが隣接しており、

セルの長手方向に対して垂直方向の断面に関し、上記第2排ガス導入セルの断面積が第1排ガス導入セルの断面積より大きく、上記排ガス排出セルの断面積は、上記第2排ガス導入セルの断面積と同じであり、

セルの長手方向に垂直な断面に関し、上記排ガス排出セルおよび上記排ガス導入セルは、いずれも正方形からなり、上記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうちいずれか一边は、上記排ガス排出セルと対面し、かつ上記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺は、いずれも上記排ガス排出セルを構成する辺と対面しない。

セルの長手方向に垂直方向の断面形状に関し、上記排ガス導入セルおよび排ガス排出セルの断面形状は、目封止部分を除き排ガス入口側の端部から上記排ガス出口側の端部にかけて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じである。

[0188] すなわち、第三実施形態に係るハニカムフィルタは、排ガス排出セル、第1排ガス導入セル及び第2排ガス導入セルのいずれも正方形からなること、及び、以下に説明する事項以外は、第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様に構成されている。

[0189] 図12は、本発明の第三実施形態に係るハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の端面におけるセルの配置例の一例を模式的に示す拡大端面図である。

[0190] 図12に示すハニカムフィルタ40では、断面が正方形の排ガス排出セル41の周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて断面が正方形の第1排ガス導入セル42と断面が正方形の第2排ガス導入セル44とが隣接している。第1排ガス導入セル42と第2排ガス導入セル44とは、排ガス排出セル41の周囲に交互に配置されており、第2排ガス導入セル44の断面積が第1排ガス導入セル42の断面積より大きく、排ガス排出セル41の断面積は、第2排ガス導入セル44の断面積と同じである。

また、隣り合う3種類のセル、すなわち排ガス排出セル41と第2排ガス導入セル44と第1排ガス導入セル42の断面形状に関し、正方形の排ガス排

出セル 4 1 の辺において、セル隔壁 4 3 を隔てて第 1 排ガス導入セル 4 2 と対面する辺 4 1 a と、正方形の第 1 排ガス導入セル 4 2 の辺において、セル隔壁 4 3 を隔てて排ガス排出セル 4 1 と対面する辺 4 2 a とは平行である。また、第 1 排ガス導入セル 4 2 の辺において、セル隔壁 4 3 を隔てて第 2 排ガス導入セル 4 4 と対面する辺 4 2 b と、第 2 排ガス導入セル 4 4 の辺において、セル隔壁 4 3 を隔てて第 1 排ガス導入セル 4 2 と対面する辺 4 4 b とは平行である。また、互いに平行な辺の間の距離は、いずれの組み合わせにおいても互いに等しい。すなわち、互いに平行な辺 4 1 a と辺 4 2 a の間の距離、および互いに平行な辺 4 2 b と辺 4 4 b との間の距離は互いに等しい。

また、正方形である排ガス排出セル 4 1 の周囲にはセル隔壁 4 3 を隔てて正方形の第 1 排ガス導入セル 4 2 と正方形の第 2 排ガス導入セル 4 4 がそれぞれ 4 つずつ交互に配置されて排ガス排出セル 4 1 を包囲している。第 2 排ガス導入セル 4 4 の断面積の方が第 1 排ガス導入セル 4 2 よりの断面積よりも大きい。

[0191] さらに、排ガス排出セル 4 1、第 1 排ガス導入セル 4 2、第 2 排ガス導入セル 4 4 は、それぞれ以下の条件を満たすように配置されている。

すなわち、排ガス排出セル 4 1 を包囲している 4 つの第 2 排ガス導入セル 4 4 の正方形図形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セル 4 1 の正方形図形領域を通過する 2 本の線分の交点は、排ガス排出セル 4 1 の正方形図形の幾何学的な重心と一致する。

また、4 つの第 2 排ガス導入セル 4 4 の正方形図形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セル 4 1 の正方形図形領域を通過しない 4 本は、正方形を構成し、その各辺の中点は排ガス排出セル 4 1 を包囲している 4 つの第 1 排ガス導入セル 4 2 の正方形図形の幾何学的な重心と一致する。

[0192] このように、正方形である排ガス排出セル 4 1 の周囲にセル隔壁 4 3 を隔てて正方形の第 1 排ガス導入セル 4 2 と正方形の第 2 排ガス導入セル 4 4 がそ

れぞれ4つずつ交互に配置されて排ガス排出セル4 1を包囲した構造を1つのユニットとして、このユニットが、互いに第1排ガス導入セル4 2および第2排ガス導入セル4 4を共有しながら、2次元的に繰り返し配列してハニカムフィルタを構成するのである。各ユニットは、互いに第1排ガス導入セル4 2および第2排ガス導入セル4 4を共有しているのであるから、排ガス排出セル4 1とセル隔壁4 3を隔てて接する第1排ガス導入セル4 2および第2排ガス導入セル4 4は、隣接するユニットにおける排ガス排出セル4 1とセル隔壁4 3を隔てて接しているのである。

[0193] 図1 3は、セルの断面形状において、第1排ガス導入セル4 2、第2排ガス導入セル4 4および排ガス排出セル4 1が正方形であり、上記説明の条件を満たす配置である場合に、セルユニット（セル構造）が2次元的に、すなわち図1 3中に記載したX、Y方向にどのように繰り返し、第1排ガス導入セル1 2および第2排ガスセル1 4が各セルユニット（セル構造）間においてどのように共有されるかを示したハニカムフィルタのセル長手方向に垂直な断面の拡大図である。セルユニット1、セルユニット2およびセルユニット3は、いずれも上記説明の条件を満たすように排ガス排出セル4 1の全周囲にセル隔壁4 3を介して第1排ガス導入セル4 2および第2排ガス導入セル4 4をそれぞれ4つずつ交互に配置した構造を有している。

[0194] セルユニット2はセルユニット1と同じ構造を持っており、セルユニット1と1つの第1排ガス導入セル4 2および2つの第2排ガス導入セル4 4を共有してX方向に隣接している。セルユニット1およびセルユニット2によって共有されているセルは図1 3中に「共有部分2」と記載している。また、ユニットセル3は、セルユニット1と同じ構造を持っており、セルユニット1と1つの第1排ガス導入セル4 2および2つの第2排ガス導入セル4 4を共有してY方向に隣接している。セルユニット1およびセルユニット3によって共有されているセルは図1 3中に「共有部分1」と記載している。

[0195] なお、4つの第2排ガス導入セル4 4の八角形図形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セル4 1の八角形図形領域を通過しない4

本の線分 h 、 i 、 j 、 k 、および、排ガス排出セル 4 1 の八角形図形領域を通過する仮想的な 2 本の線分 l 、 m を、図 1 3 中に示している。そして、「共有部分 2」は、線分 m と同じ方向の線分からなるハッチングにより描かれており、「共有部分 1」は、線分 l と同じ方向の線分からなるハッチングにより描かれている。

図 1 3 に示すように、2 本の線分 l 、 m の交点は、排ガス排出セル 4 1 の幾何学的な重心と一致している。

[0196] また、セルの断面に関し、第 1 排ガス導入セル 4 2 の断面形状を構成する辺のうちいずれか一辺は、排ガス排出セル 4 1 と対面し、かつ第 2 排ガス導入セル 4 4 と排ガス排出セル 4 1 とは、角部が対向するように配置されているので、第 2 排ガス導入セル 4 4 の断面形状を構成する辺は、いずれも排ガス排出セル 4 1 と対面しない。

この実施形態では、第 2 排ガス導入セルと排ガス排出セルが対面しないため、第一実施形態と比較して、初期に、より第 1 排ガス導入セルに排ガスが流れ易い。そのため、第 1 排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てるセル隔壁の、第 1 排ガス導入セルの内壁に早期に PM が溜まることとなり、上述した主流路のスイッチが、より早期に起こる。そのため、PM が第 1 排ガス導入セルの内壁と第 2 排ガス導入セルの内壁に均一に堆積しやすく、一定量の PM が堆積した後の圧力損失をより低くすることが可能となる。本実施形態のハニカムフィルタは、ハニカムフィルタに堆積した PM を燃焼除去する再生時に発生する熱衝撃によるクラックが発生しにくい。

[0197] 本実施形態のハニカムフィルタにおいては、排ガス出口側の端部に設けられる封止部、すなわち第 1 排ガス導入セルおよび第 2 排ガス導入セルに充填される封止部が、セル隔壁を介して、第 1 排ガス導入セルの 1 つの辺の長さ以上の幅をもって、縦横に列になり存在する。一般にハニカムフィルタを再生させる場合、ハニカムフィルタの排ガス入口側に堆積した PM から順に燃焼し、排ガスの流れにのって、ハニカムフィルタの出口側に熱を伝播しながら出口側まで全ての PM が燃焼する。そのため、ハニカムフィルタの出口側ほど

高温に曝され、ハニカムフィルタの径方向の温度差がつきやすく、熱応力によってクラックが発生してしまう。このようなクラックは、セルの断面積に大小関係があり、PMが堆積する排ガス導入セルの断面形状として正方形を含む場合に応力集中が生じやすく顕著である。しかし本実施形態のハニカムフィルタでは、排ガス出口側の端部に縦横に列になっている封口部が熱伝導層および外部への放熱層となり、ハニカムフィルタの排ガス出口側の端部での径方向の温度差を小さくすることができ、発生する熱応力を小さくし、クラックが発生しにくくなる。さらに、本実施形態のハニカムフィルタでは、第1排ガス導入セルより多くPMが堆積する第2排ガス導入セルに充填される封止材の量が、その断面積に応じて多くなり、それに伴い封止部の熱容量も大きくなっている。そのため、この封止部によって、各セル単位で考えても、PMの燃焼熱のより大きい第2排ガス導入セルの温度上昇を抑制し、ハニカムフィルタの径方向の温度差を小さくすることができ、発生する熱応力を小さくできると考えられる。

このため、本実施形態のハニカムフィルタは、その排ガス導入セルの断面形状として正方形を含んでいても再生時のクラックを抑制できると考えられる。

[0198] 第1排ガス導入セル42の断面積は、第2排ガス導入セル44の断面積の20～50%であることが好ましく、22～45%であることがより好ましい。

[0199] 図12に示したハニカムフィルタ40では、排ガス排出セル41の断面積は、第2排ガス導入セル44の断面積と同じであるが、排ガス排出セル41の断面積は、第2排ガス導入セル44の断面積より大きくてもよい。

その場合、排ガス排出セル41の断面積は、第2排ガス導入セル44の断面積の1.05～1.5倍であることが好ましい。

[0200] セル隔壁の厚さに関し、上述したセル隔壁の厚さの定義に従い、第三実施形態に係るハニカムフィルタ40の断面では、排ガス排出セル41の重心 O_{41} と第1排ガス導入セル42の重心 O_{42} とを結ぶ直線 Z_{42} を描いた際に、セル

隔壁43と重なる部分の隔壁の厚さ（辺42aと辺41aとの間の厚さ）を X_1 とする。第2排ガス導入セル44と排ガス排出セル41とを隔てる隔壁43の厚さは、第2排ガス導入セル44の重心 O_{44} と排ガス排出セル41の重心 O_{41} とを結ぶ直線 Z_{44} を描いた際に、直線がセル隔壁43と重なる部分（第2排ガス導入セル44の角部44cと排ガス排出セル41の角部41cとの間の距離）を、セル隔壁の厚さ Y_1 とする。

ハニカムフィルタ40のセル隔壁の厚さは、図12に示すように部分によって異なるが、厚さ X_1 、 Y_1 を含むその厚さを0.10～0.46mmの範囲内の厚さとすることができる。

[0201] 上述した内容以外の実施形態の内容は、第一実施形態に記載した内容と同様であるので、ここでは、その説明を省略する。

[0202] 本実施形態のハニカムフィルタは、押出成形工程において用いる金型の形状を変更する他は、本発明の第一実施形態で説明した方法と同様の方法を用いて製造することができる。

[0203] 本実施形態のハニカムフィルタは、集合型のハニカムフィルタであったが、一体型のハニカムフィルタであってもよい。

[0204] 本実施形態に係るハニカムフィルタ40では、排ガス排出セル41及び第2排ガス導入セル44の断面形状が正方形と第一実施形態の場合と異なり、第2排ガス導入セル44の断面形状を構成する辺はいずれも排ガス排出セル41と対面しない。一方、第1排ガス導入セル42の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル41と対面する辺42aが存在する。このため、第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様、初期においては、第1排ガス導入セル42に排ガスが導入され易く、PMが所定量堆積した後は、第2排ガス導入セル44に排ガスが導入され易くなると考えられる。

本実施形態に係るハニカムフィルタ40では、基本的なセルの配置、目封止の態様、各セルの断面積の大小関係等が第一実施形態に係るハニカムフィルタ20と同様であるので、第一実施形態に記載した（1）～（4）及び（7）～（10）の作用・効果と同様の作用・効果を奏することができる。

[0205] (第四実施形態)

以下、本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタについて説明するが、以下に説明する事項以外の事項は、第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様に構成されている。

[0206] 本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタは、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルと、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルとして、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルとを備え、外周に外周壁を有する複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されている。

[0207] 本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタでは、上記排ガス排出セルのセル長手方向に対して垂直方向の断面の断面積は、上記第2排ガス導入セルのセル長手方向に対して垂直方向の断面の断面積と同じであり、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セルと排ガス導入セルは曲線により構成された形状であり、排ガス排出セル、第1排ガス導入セル及び第2排ガス導入セルの断面形状は、いずれも円形である。

[0208] 本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セル、第2排ガス導入セル及び第1排ガス導入セルの断面形状が異なる他は、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様の構成を有している。

[0209] 図14は、本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の端面におけるセルの配置例の一例を模式的に示す拡大端面図である。

[0210] 本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタ50は、排ガス排出セル51、第1排ガス導入セル52、セル隔壁53及び第2排ガス導入セル54を備えている。

また、排ガス排出セル51の周囲全体に多孔質のセル隔壁53を隔てて第1

排ガス導入セル 5 2 及び第 2 排ガス導入セル 5 4 が隣接している。

[0211] 図 1 4 に示すハニカムフィルタ 5 0 においては、セルの長手方向に垂直な断面に対し、第 2 排ガス導入セル 5 4 の断面積は、排ガス排出セル 5 1 の断面積と同じであり、第 1 排ガス導入セル 5 2 の断面積は第 2 排ガス導入セル 5 4 の断面積より小さい。第 1 排ガス導入セル 5 2 の断面積は第 2 排ガス導入セル 5 4 の断面積の 20～50%であることが望ましい。

[0212] 排ガス排出セル 5 1、第 1 排ガス導入セル 5 2 及び第 2 排ガス導入セル 5 4 の断面形状は、いずれも円形である。

[0213] セル隔壁の厚さに関し、上述したセル隔壁の厚さの定義に従い、図 1 4 に示す第四実施形態に係るハニカムフィルタ 5 0 の断面では、排ガス排出セル 5 1 の重心 O_{51} と第 1 排ガス導入セル 5 2 の重心 O_{52} とを結ぶ直線を描いた際に、セル隔壁 5 3 と重なる部分の隔壁の厚さ X_2 とする。第 2 排ガス導入セル 5 4 と排ガス排出セル 5 1 とを隔てる隔壁の厚さは、第 2 排ガス導入セル 5 4 の重心 O_{54} と排ガス排出セル 5 1 の重心 O_{51} とを結ぶ直線 Z_{54} を描いた際に、直線 Z_{54} がセル隔壁 5 3 と重なる部分を、セル隔壁の厚さ Y_2 とする。

[0214] 本実施形態のハニカムフィルタ 5 0 では、第 1 排ガス導入セル 5 2 と排ガス排出セル 5 1 とを隔てるセル隔壁 5 3 の厚さ X_2 は、第 2 排ガス導入セル 5 4 と排ガス排出セル 5 1 とを隔てるセル隔壁 5 3 の厚さ Y_2 よりも薄くなっている。

この実施形態では、第 1 排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てるセル隔壁の厚さと、第 2 排ガス導入セルと排ガス排出セルを隔てるセル隔壁の厚さの差を、第一実施形態よりも広く取ることが可能な形状である。そのため、第一実施形態と比較し、排ガスは初期には、より第 1 排ガス導入セルに流れ易くなり、第 1 排ガス導入セルと排ガス導入セルを隔てるセル隔壁の、第 1 排ガス導入セルの内壁に早期に PM が溜まることとなり、上述した主流路のスイッチが、より早期に起こる。そのため、PM が第 1 排ガス導入セルの内壁と第 2 排ガス導入セルの内壁に均一に堆積しやすく、一定量の PM が堆積した後の圧力損失をより低くすることが可能となる。

[0215] 第1排ガス導入セル52と排ガス排出セル51とを隔てるセル隔壁53の厚さ X_2 は、第2排ガス導入セル54と排ガス排出セル51とを隔てるセル隔壁53の最も薄い部分 Y_2 の厚さの40～75%であることが好ましい。

[0216] また、本実施形態のハニカムフィルタ50においては、第1排ガス導入セル52と第2排ガス導入セル54とを隔てるセル隔壁53の厚さは、第1排ガス導入セル52と排ガス排出セル54とを隔てるセル隔壁53の厚さと同様に定めることができる。

図14に示すハニカムフィルタ50においては、第1排ガス導入セル52と第2排ガス導入セル54とを隔てるセル隔壁53の厚さは、第1排ガス導入セル52と排ガス排出セル51とを隔てるセル隔壁53の厚さと同じである。

[0217] 上述した内容以外の実施形態の内容は、第一実施形態に記載した内容と同様であるので、ここでは、その説明を省略する。

[0218] 本実施形態のハニカムフィルタは、押出成形工程において用いる金型の形状を変更する他は、本発明の第一実施形態で説明した方法と同様の方法を用いて製造することができる。

[0219] 本実施形態のハニカムフィルタは、集合型のハニカムフィルタであったが、一体型のハニカムフィルタであってもよい。

[0220] 以下に、本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタの作用効果について列挙する。

本発明の第一実施形態で説明したハニカムフィルタでは、第1排ガス導入セル12の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺12aの長さが、第2排ガス導入セル14の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺14aの長さよりも長いことを特徴の一つとし、排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルの断面形状がいずれも円で、第1排ガス導入セルと排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、第2排ガス導入セルと排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さよりも薄くなっていることを特徴の一つとする第四実施形態に

係るハニカムフィルタとは、上記の点で異なる。しかし、その他の構成はほぼ同様である。

[0221] 排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルの断面形状がいずれも円であっても、セル隔壁の厚さが薄いと排ガスはセル隔壁を通過し易く、圧力損失が低くなると考えられることから、セルの断面形状を構成する辺の長さは、セルを隔てるセル隔壁の厚さとほぼ対応関係を有すると考えることができる。従って、本発明の第四実施形態に係るハニカムフィルタは、第一実施形態に記載した(1)、(2)、(4)及び(7)～(9)の作用効果を奏することができる。

[0222] (第五実施形態)

以下、本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタについて説明するが、以下に説明する事項以外の事項は、第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様に構成されている。

[0223] 本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタは、排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルと、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルとして、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルとを備え、外周に外周壁を有する複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されている。

[0224] 本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタでは、上記排ガス排出セルのセル長手方向に対して垂直方向の断面の断面積は、上記第2排ガス導入セルのセル長手方向に対して垂直方向の断面の断面積と同じであり、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セルと排ガス導入セルは曲線により構成された形状であり、排ガス排出セル及び第2排ガス導入セルの断面形状は、セルの外側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された膨潤正方形であり、一方第1排ガス導入セルの断面形状は、セルの内側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された収縮正方形である。

[0225] 本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタは、セルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス排出セル、第2排ガス導入セル及び第1排ガス導入セルの断面形状が異なる他は、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様の構成を有している。

[0226] 図15は、本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の端面におけるセルの配置例の一例を模式的に示す拡大端面図である。

[0227] 本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタ60は、排ガス排出セル61、第1排ガス導入セル62、セル隔壁63及び第2排ガス導入セル64を備えてなり、排ガス排出セル61の周囲全体に多孔質のセル隔壁63を隔てて第1排ガス導入セル62及び第2排ガス導入セル64が隣接している。

[0228] 図15に示すハニカムフィルタ60においては、セルの長手方向に垂直な断面に対し、第2排ガス導入セル64の断面積は、排ガス排出セル61の断面積と同じであり、第1排ガス導入セル62の断面積は第2排ガス導入セル64の断面積より小さい。第1排ガス導入セル62の断面積は第2排ガス導入セル64の断面積の20～50%であることが望ましい。

[0229] 排ガス排出セル61及び第2排ガス導入セル64の断面形状は、セルの外側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された膨潤正方形である。

ここで、図16(a)は、膨潤正方形のセル形状の一例を模式的に示す側面図であり、ここで、図16(b)は、収縮正方形のセル形状の一例を模式的に示す側面図であり、図16(c)は、収縮正方形の頂点付近に面取りが施された形状の一例を模式的に示す側面図であり、図16(d)は、膨潤正方形の頂点付近に面取りが施された形状の一例を模式的に示す側面図である。図16(a)には断面形状が膨潤正方形である第2排ガス導入セル64と、第2排ガス導入セル64の4つの頂点64eを結んでなる正方形65を示している。

本明細書における膨潤正方形とは、4つの曲線を4辺とする略正方形の図形であり、その略正方形の図形の4つの頂点を結んでなる正方形よりも、4辺

が外側に向けて湾曲している図形である。

図16(a)には、第2排ガス導入セル64の断面形状を構成する辺64aが、その幾何学的な重心から正方形65よりも外側に向けて湾曲して（膨らんで）いることを示している。

[0230] 図16(a)には膨潤正方形のセル形状の例として第2排ガス導入セル64の断面形状を示したが、排ガス排出セル61の断面形状も第2排ガス導入セル64の断面形状と同様である。

本実施形態では、長手方向の垂直な断面に関し、第1排ガス導入セルには、ガスの流れを阻害し抵抗となる鋭角な部分が存在し、一方で第2排ガス導入セルには、ガスが流れ易い鈍角で形成されている。そのため、第一実施形態と比較して、第2排ガス導入セルと排ガス排出セルの隔てるセル壁の内壁に、僅かにPMが堆積した段階で、第1排ガス導入セルにも排ガスが流れ易くなる。そのため、PMが第1排ガス導入セルの内壁と第2排ガス導入セルの内壁に均一に堆積しやすく、一定量のPMが堆積した後の圧力損失をより低くすることが可能となる。

[0231] 第1排ガス導入セル62の断面形状は、セルの内側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された収縮正方形である。

図16(b)には断面形状が収縮正方形である第1排ガス導入セル62と、第1排ガス導入セル62の4つの頂点を結んでなる正方形66を示している。

本明細書における収縮正方形とは、4つの曲線を4辺とする略正方形の図形であり、その略正方形の図形の4つの頂点を結んでなる正方形よりも、4辺がその幾何学的な重心に向けて湾曲（収縮）している図形である。

図16(b)には、第1排ガス導入セル62の断面形状を構成する辺62aが、正方形66よりもその幾何学的な重心に向けて湾曲（収縮）していることを示している。

[0232] また、本明細書における膨潤正方形及び収縮正方形には、その頂点付近に面取りが施された形状も含まれる。

図 1 6 (c) に示す形状では、収縮正方形をそれぞれ構成する曲線である辺 6 2 a 1 と辺 6 2 a 2 が直接結合されておらず、直線面取りである面取り部 6 2 b を介して辺 6 2 a 1 と辺 6 2 a 2 が結合されている。

収縮正方形をそれぞれ構成する曲線である辺が面取り部を介して結合されている場合、図 1 6 (c) に点線で示すように、辺 6 2 a 1 と辺 6 2 a 2 を延長した仮想曲線を引き、仮想曲線の交点 6 2 c を求めてこの交点 6 2 c を頂点と定めることができる。

[0233] 図 1 6 (d) に示す形状では、膨潤正方形をそれぞれ構成する曲線である辺 6 4 a 1 と辺 6 4 a 2 が結合されておらず、直線面取りである面取り部 6 4 b を介して辺 6 4 a 1 と辺 6 4 a 2 が結合されている。

膨潤正方形をそれぞれ構成する曲線である辺が面取り部を介して結合されている場合、図 1 6 (d) に点線で示すように、辺 6 4 a 1 と辺 6 4 a 2 を延長した仮想曲線を引き、仮想曲線の交点 6 4 c を求めてこの交点 6 4 c を頂点と定めることができる。

そして、この頂点（交点 6 2 c 又は交点 6 4 c）を結んで正方形を描くことで、セルの断面形状を構成する曲線が膨潤正方形を構成しているか、収縮正方形を構成しているかを決定することができる。

なお、面取り部は直線面取りに限定されるものではなく、曲線面取りであっても構わない。

[0234] セル隔壁の厚さに関し、上述したセル隔壁の厚さの定義に従い、図 1 5 に示す第五実施形態に係るハニカムフィルタ 6 0 の断面では、排ガス排出セル 6 1 の重心 O_{61} と第 1 排ガス導入セル 6 2 の重心 O_{62} とを結ぶ直線を描いた際に、セル隔壁 6 3 と重なる部分の隔壁の厚さ（辺 6 2 a と辺 6 1 a との間の厚さ）を X_3 とする。第 2 排ガス導入セル 6 4 と排ガス排出セル 6 1 とを隔てる隔壁 6 3 の厚さは、第 2 排ガス導入セル 6 4 の重心 O_{64} と排ガス排出セル 6 1 の重心 O_{61} とを結ぶ直線 Z_{64} を描いた際に、直線 Z_{64} がセル隔壁 6 3 と重なる部分（第 2 排ガス導入セル 6 4 の頂点 6 4 e と排ガス排出セル 6 1 の頂点 6 1 e との間の距離）を、セル隔壁の厚さ Y_3 とする。

[0235] 本実施形態のハニカムフィルタ60では、第1排ガス導入セル62と排ガス排出セル61とを隔てるセル隔壁63の厚さ X_3 は、第2排ガス導入セル64と排ガス排出セル61とを隔てるセル隔壁63の厚さ Y_3 よりも薄くなっている。

[0236] また、本実施形態のハニカムフィルタ60においては、第1排ガス導入セル62と第2排ガス導入セル64とを隔てるセル隔壁の厚さは、第1排ガス導入セル62と排ガス排出セル61とを隔てるセル隔壁の厚さと同様に定めることができる。

図15に示すハニカムフィルタ60においては、第1排ガス導入セル62と第2排ガス導入セル64とを隔てるセル隔壁63の厚さは一定であり、第1排ガス導入セル62と排ガス排出セル61とを隔てるセル隔壁63の厚さと同じである。

[0237] 本実施形態のハニカムフィルタは、押出成形工程において用いる金型の形状を変更する他は、本発明の第一実施形態で説明した方法と同様の方法を用いて製造することができる。

[0238] 本実施形態のハニカムフィルタは、集合型のハニカムフィルタであったが、一体型のハニカムフィルタであってもよい。

[0239] 以下に、本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタの作用効果について列挙する。

本発明の第一実施形態で説明したハニカムフィルタでは、第1排ガス導入セル12の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺12aの長さが、第2排ガス導入セル14の断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セル11と対面している辺14aの長さよりも長いことを特徴の一つとし、第1排ガス導入セルと排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、第2排ガス導入セルと排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さよりも薄くなっていることを特徴の一つとする第五実施形態に係るハニカムフィルタとは、上記の点で異なる。しかし、その他の構成はほぼ同様である。

[0240] セル隔壁の厚さが薄いと排ガスはセル隔壁を通過し易く、圧力損失は低くな

ると考えられることから、セルの断面形状を構成する辺の長さは、セルを隔てるセル隔壁の厚さとほぼ対応関係を有すると考えることができる。従って、本発明の第五実施形態に係るハニカムフィルタは、第一実施形態に記載した（１）、（２）及び（７）～（９）の作用効果を奏することができる。

符号の説明

- [0241] １０ ハニカム焼成体
- ２０、３０、４０、５０、６０ ハニカムフィルタ
- １１、３１、４１、５１、６１ 排ガス排出セル
- １１ａ、１１ｂ、４１ａ 辺（排ガス排出セルの辺）
- １２、３２、４２、５２、６２ 第１排ガス導入セル
- １２ａ、３２ａ、６２ａ 辺（第１排ガス導入セルの辺）
- １３、１３ａ、１３ｂ、３３、４３、５３、６３ セル隔壁
- １４、３４、４４、５４、６４ 第２排ガス導入セル
- １４ａ、３４ａ 辺（第２排ガス導入セルの辺）
- １５ 接着材層
- １６ 外周コート層
- １７、３７ 外周壁
- １８ セラミックブロック
- ４１ｃ 角部（排ガス排出セルの角部）
- ４４ｃ 角部（第２排ガス導入セルの角部）
- ６１ａ 辺（排ガス排出セルの辺）
- ６２ｂ 面取り部
- ６１ｅ 頂点（排ガス排出セルの頂点）
- ６２ｅ 頂点（第１排ガス導入セルの頂点）
- ６５、６６ 正方形
- ６４ｅ 頂点（第２排ガス導入セルの頂点）

請求の範囲

- [請求項1] 排ガスの流路となる複数のセルを区画形成する多孔質のセル隔壁を備え、排ガス入口側の端部が開口され且つ排ガス出口側の端部が目封止された排ガス導入セルと、
- 排ガス出口側の端部が開口され且つ排ガス入口側の端部が目封止された排ガス排出セルとを備えてなり、前記排ガス導入セルおよび前記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面形状は、目封止部分を除き前記排ガス入口側の端部から前記排ガス出口側の端部にかけて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じであるハニカムフィルタであって、
- 前記排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて前記排ガス導入セルが隣接してなり、前記排ガス導入セルは、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルの2種類からなり、かつ、
- 前記排ガス排出セルのセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積は、前記第2排ガス導入セルのセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積と同じであるかそれよりも大きく形成されており、
- セルの長手方向に垂直な断面に関し、前記排ガス排出セルおよび前記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、前記排ガス排出セルと対面している辺の長さが、前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、前記排ガス排出セルと対面している辺の長さよりも長い、もしくは、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうちいずれか一辺は、前記排ガス排出セルと対面し、かつ前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺はいずれも前記排ガス排出セルと対面しないことを特徴とするか
- または、

セルの長手方向に垂直な断面に関し、前記排ガス排出セルと前記排ガス導入セルとは、曲線により構成された形状であり、前記第1排ガス導入セルと前記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、前記第2排ガス導入セルと前記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さよりも薄いことを特徴とするハニカムフィルタ。

[請求項2] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス排出セルおよび前記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、
前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、排ガス排出セルと対面している辺の長さは、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、前記排ガス排出セルと対面している辺の長さの0.8倍以下である請求項1に記載のハニカムフィルタ。

[請求項3] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス排出セルは、八角形であり、前記第1排ガス導入セルは正方形であり、前記第2排ガス導入セルは、八角形である請求項1または2に記載のハニカムフィルタ。

[請求項4] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記第2排ガス導入セルの断面積は、前記排ガス排出セルの断面積と同じであり、
前記第1排ガス導入セルの断面積は、前記第2排ガス導入セルの断面積の20～50%である請求項1～3のいずれかに記載のハニカムフィルタ。

[請求項5] 前記ハニカムフィルタのセル同士を隔てるセル隔壁の厚さは、全ての場所において等しい請求項3または4に記載のハニカムフィルタ。

[請求項6] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス排出セルの断面形状は八角形であり、前記第1排ガス導入セルの断面形状は正方形であり、前記第2排ガス導入セルの断面形状は八角形であり、

前記第2排ガス導入セルと前記排ガス排出セルの断面形状は互いに合同であるとともに、

前記排ガス排出セルの周囲にはセル隔壁を隔てて前記第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルとがそれぞれ4つずつ交互に配置されて排ガス排出セルを包囲してなり、

また、排ガス排出セルを包囲している4つの第2排ガス導入セルの断面形状である各八角形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状からなる図形領域を通過する2本の線分の交点は、排ガス排出セルの断面形状である八角形の幾何学的な重心と一致してなり、

かつ、前記4つの第2排ガス導入セルの断面形状である各八角形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状からなる図形領域を通過しない4本は、正方形を構成し、その各辺の中点は排ガス排出セルを包囲している4つの第1排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心と一致するように、

前記排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルがそれぞれ配置されてなるとともに、

前記排ガス排出セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと対面する辺と、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、前記セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと対面する辺とは平行であり、

前記排ガス排出セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて前記第2排ガス導入セルと対面する辺と、前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、前記セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと対面する辺とは平行であり、また、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて前記第2排ガス導入セルと対面する辺と、前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、前記セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと対面する

る辺とは平行であり、かつ前記平行な辺の間の距離は、いずれの組み合わせにおいても互いに等しい請求項 3～5 のいずれかに記載のハニカムフィルタ。

[請求項7] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス排出セル、前記第 1 排ガス導入セルおよび前記第 2 排ガス導入セルは、いずれも正方形である請求項 1 または 2 に記載のハニカムフィルタ。

[請求項8] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記第 2 排ガス導入セルの断面積は、前記排ガス排出セルの断面積と同じであり、
前記第 1 排ガス導入セルの断面積は、前記第 2 排ガス導入セルの断面積の 20～50%である請求項 7 に記載のハニカムフィルタ。

[請求項9] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス排出セルの断面形状は正方形であり、前記第 1 排ガス導入セルの断面形状は正方形であり、前記第 2 排ガス導入セルの断面形状は正方形であり、
前記第 2 排ガス導入セルと前記排ガス排出セルの断面形状は互いに合同であるとともに、
前記排ガス排出セルの周囲にはセル隔壁を隔てて前記第 1 排ガス導入セルと第 2 排ガス導入セルとがそれぞれ 4 つずつ交互に配置されて排ガス排出セルを包囲してなり、
また、排ガス排出セルを包囲している 4 つの第 2 排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状からなる図形領域を通過する 2 本の線分の交点は、排ガス排出セルの断面形状である正方形の幾何学的な重心と一致してなり、
かつ、前記 4 つの第 2 排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心を結ぶ仮想的な線分のうち、排ガス排出セルの断面形状

からなる図形領域を通過しない4本は、正方形を構成し、その各辺の中点は排ガス排出セルを包囲している4つの第1排ガス導入セルの断面形状である各正方形の幾何学的な重心と一致するように、前記排ガス排出セル、第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルがそれぞれ配置されてなるとともに、前記排ガス排出セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと対面する辺と、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、前記セル隔壁を隔てて排ガス排出セルと対面する辺とは平行であり、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、セル隔壁を隔てて前記第2排ガス導入セルと対面する辺と、前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺において、前記セル隔壁を隔てて第1排ガス導入セルと対面する辺とは平行であり、かつ前記平行な辺の間の距離は、いずれの組み合わせにおいても互いに等しい請求項7または8に記載のハニカムフィルタ。

[請求項10] セルの長手方向に垂直な断面に関し、前記多角形からなるセルの角部が、曲線面取り形状となっている請求項1～9のいずれかに記載のハニカムフィルタ。

[請求項11] セルの長手方向に垂直な断面に関し、前記排ガス排出セル、前記前記第1排ガス導入セルおよび前記第2排ガス導入セルは、点対称な多角形であって、その辺の数が八本以下の多角形である請求項1～10のいずれかに記載のハニカムフィルタ。

[請求項12] セルの長手方向に垂直な断面に関し、前記排ガス排出セルおよび前記排ガス導入セルは、曲線により構成された形状であり、前記第1排ガス導入セルと前記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、前記第2排ガス導入セルと前記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さの40～75%である請求項1に記載のハニカムフィル

タ。

- [請求項13] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス排出セル、前記第1排ガス導入セルおよび前記第2排ガス導入セルは、いずれも円形である請求項1または12に記載のハニカムフィルタ。
- [請求項14] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス排出セルおよび前記第2排ガス導入セルの断面形状は、セルの外側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された膨潤正方形であり、一方前記第1排ガス導入セルの断面形状は、セルの内側に向けて湾曲する4つの曲線から構成された収縮正方形である請求項1または12に記載のハニカムフィルタ。
- [請求項15] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記第2排ガス導入セルの断面積は、排ガス排出セルの断面積と同じであり、
前記第1排ガス導入セルの断面積は、前記第2排ガス導入セルの断面積の20～50%である請求項12～14のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項16] 前記排ガス導入セルは、第1排ガス導入セルと第2排ガス導入セルのみからなる請求項1～15のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項17] 前記ハニカムフィルタは、
前記排ガス排出セル、前記第1排ガス導入セルおよび前記第2排ガス導入セルを有し、外周に外周壁を有する複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されている請求項1～16のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項18] 前記ハニカムフィルタは、
前記排ガス排出セル、前記第1排ガス導入セルおよび前記第2排ガス導入セルを有し、外周に外周壁を有する一のハニカム焼成体により構成されている請求項1～17のいずれかに記載のハニカムフィルタ。

- [請求項19] 前記ハニカムフィルタは、ハニカム焼成体から構成されてなり、当該ハニカム焼成体は、炭化ケイ素、または、ケイ素含有炭化ケイ素からなる請求項17に記載のハニカムフィルタ。
- [請求項20] 前記ハニカムフィルタはハニカム焼成体から構成されてなり、当該ハニカム焼成体は、コージェライト、または、チタン酸アルミニウムからなる請求項18に記載のハニカムフィルタ。
- [請求項21] 前記セル隔壁の厚さは、0.10～0.46mmである請求項1～20のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項22] 前記セル隔壁の気孔率は、40～65%である請求項1～21のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項23] 前記セル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径は、8～25 μ mである請求項1～22のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項24] 外周には、外周コート層が形成されている請求項1～23のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項25] 前記ハニカムフィルタを構成するセルの長手方向に垂直な断面形状に関し、
前記第1排ガス導入セル、前記第2排ガス導入セルおよび前記排ガス排出セルは、排ガス入口側の端部から排ガス出口側の端部にかけて目封止部分を除き、それぞれのセルにおける全ての場所において同じであり、前記第1排ガス導入セルおよび前記第2排ガス導入セルの断面形状は互いに異なり、かつ前記排ガス排出セルおよび前記第1排ガス導入セルの断面形状もまた互いに異なる請求項1～24のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項26] セルの長手方向に対して垂直な断面に関して、下記セル構造を1つのセルユニットとして、このセルユニットが下記セル構造における排ガス排出セルの周囲に配置される第1排ガス導入セルおよび第2排ガス導入セルを互いに共有しながら2次元的に繰り返されることにより、ハニカムフィルタを構成する請求項1～25のいずれかに記載のハニ

カムフィルタ。

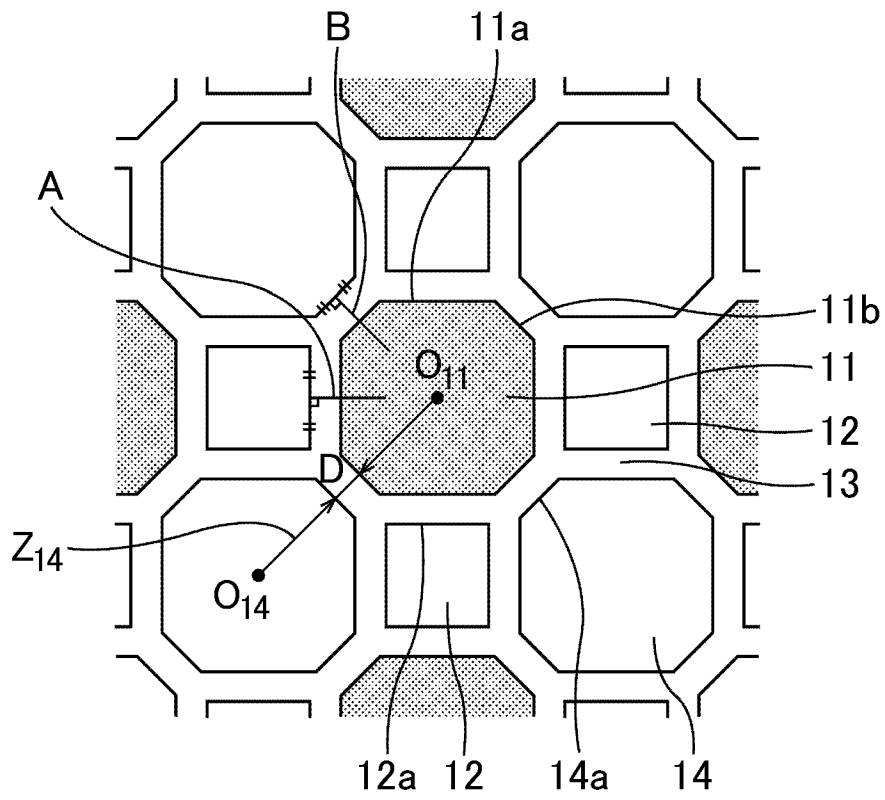
セル構造：排ガス排出セルの周囲全体に、多孔質のセル隔壁を隔てて排ガス導入セルが隣接してなり、前記排ガス導入セルは、第1排ガス導入セルとセルの長手方向に対して垂直方向の断面の断面積が該第1排ガス導入セルより大きい第2排ガス導入セルの2種類からなるとともに、前記排ガス排出セルのセル長手方向に対して垂直な断面の断面積は、前記第2排ガス導入セルのセル長手方向に対して垂直な断面の断面積と同じであるかそれよりも大きく形成されてなり、

セルの長手方向に垂直な断面に関し、前記排ガス排出セル及び前記排ガス導入セルは、いずれも多角形からなり、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、前記排ガス排出セルと対面している辺の長さが、前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうち、前記排ガス排出セルと対面している辺の長さよりも長い、もしくは、前記第1排ガス導入セルの断面形状を構成する辺のうちいずれか一边は、前記排ガス排出セルと対面し、かつ前記第2排ガス導入セルの断面形状を構成する辺はいずれも前記排ガス排出セルと対面しないセル構造

または、

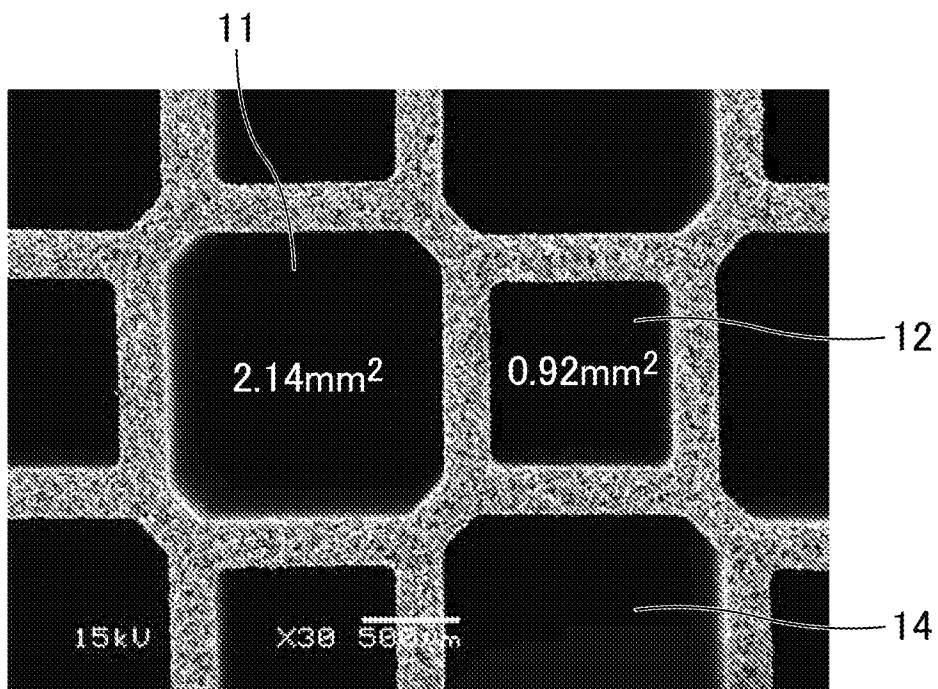
セルの長手方向に垂直な断面に関し、前記排ガス排出セルと前記排ガス導入セルとは、曲線により構成された形状であり、前記第1排ガス導入セルと前記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さは、前記第2排ガス導入セルと前記排ガス排出セルとを隔てるセル隔壁の厚さよりも薄いセル構造

[図1]

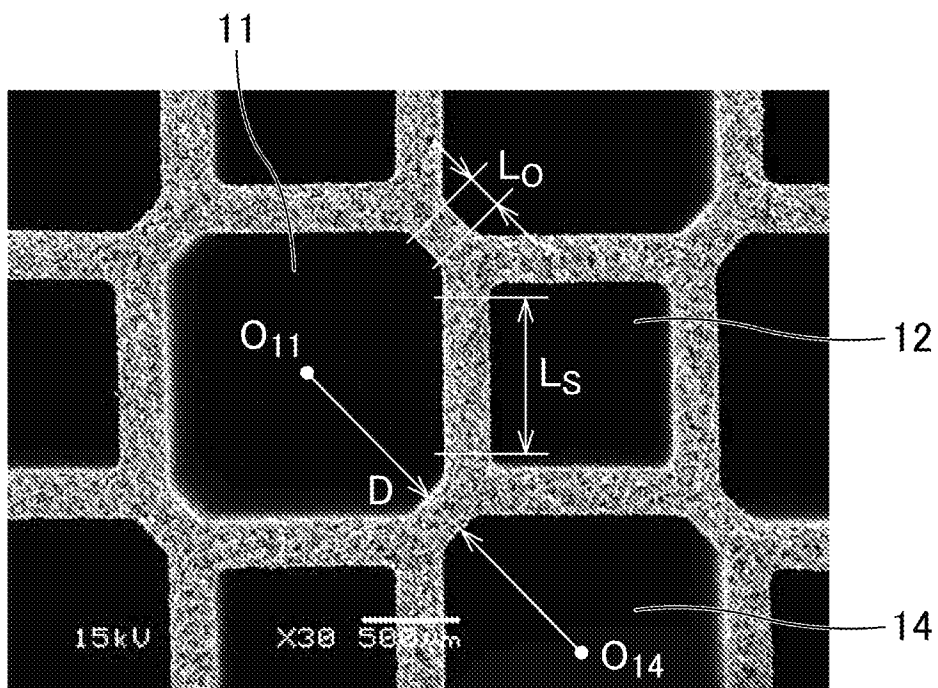


[図2]

(a)

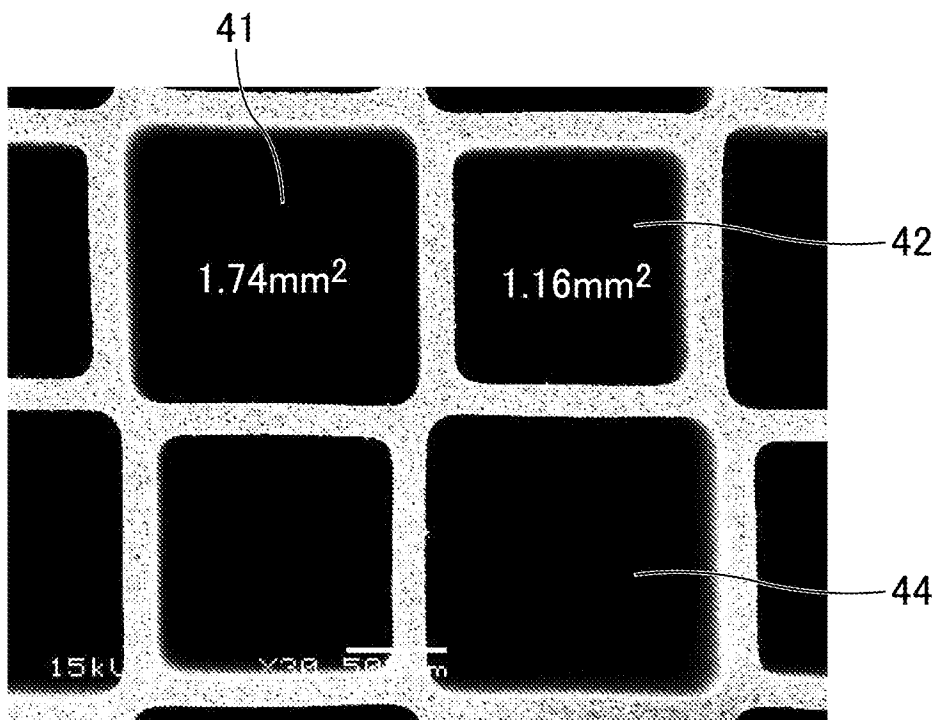


(b)

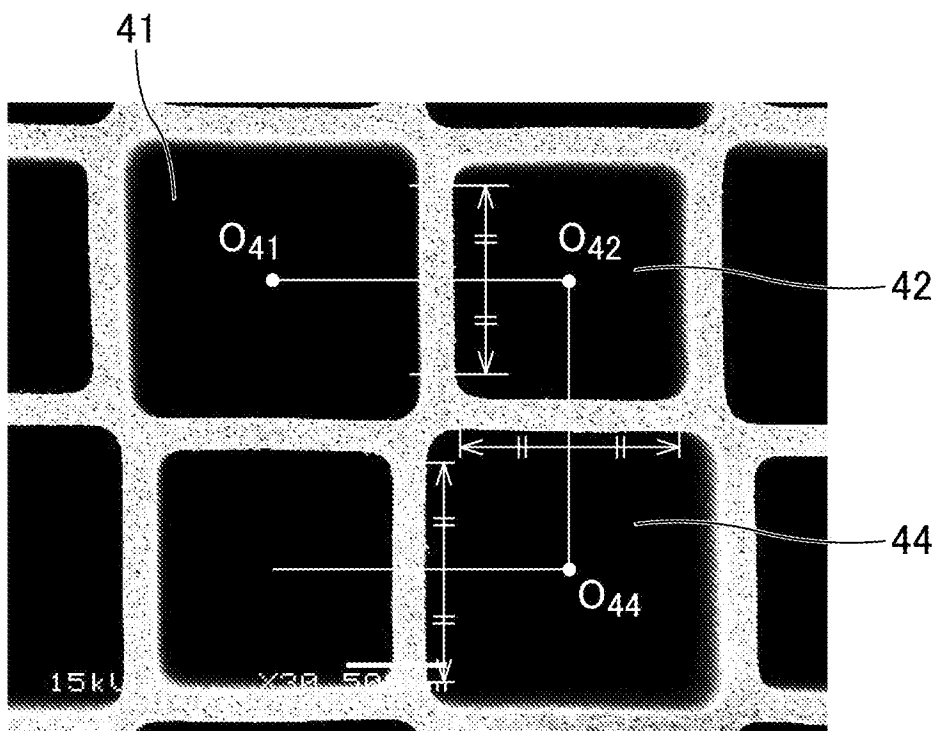


[図3]

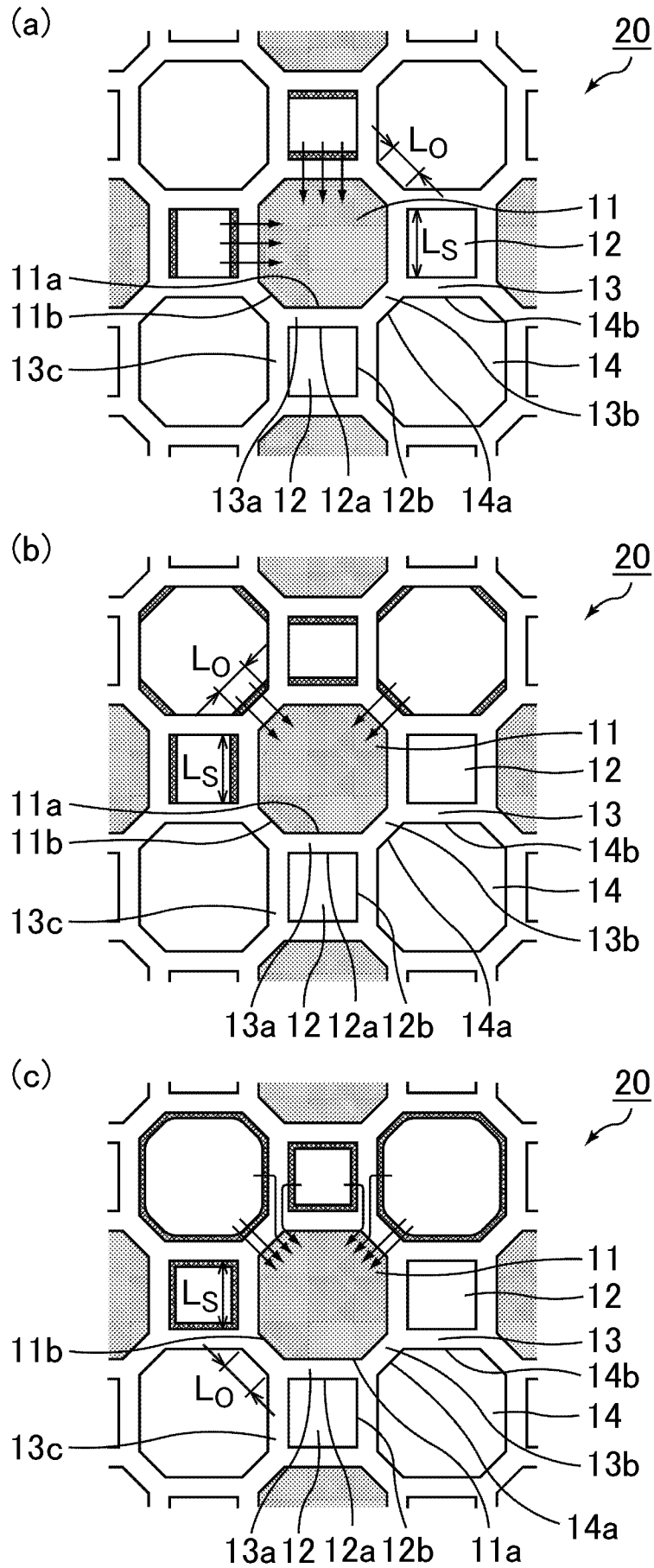
(a)



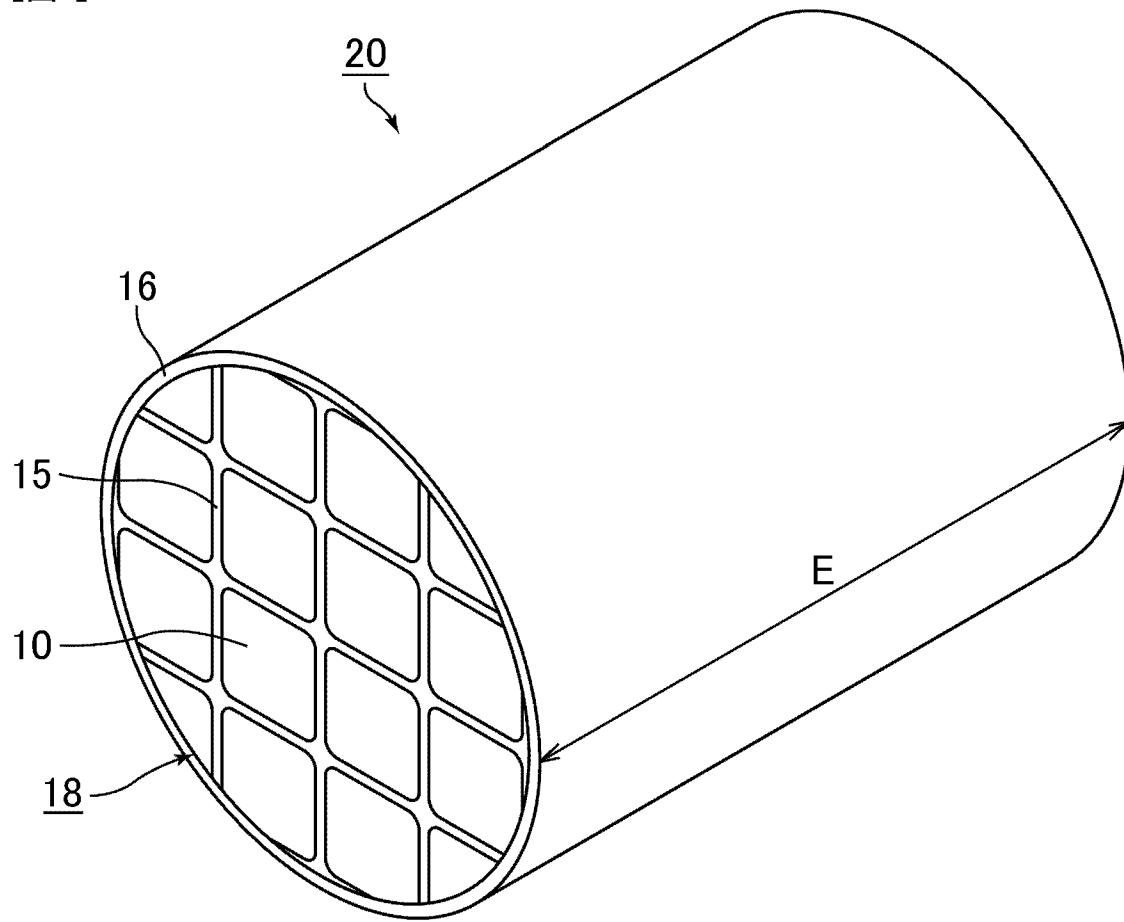
(b)



[図4]

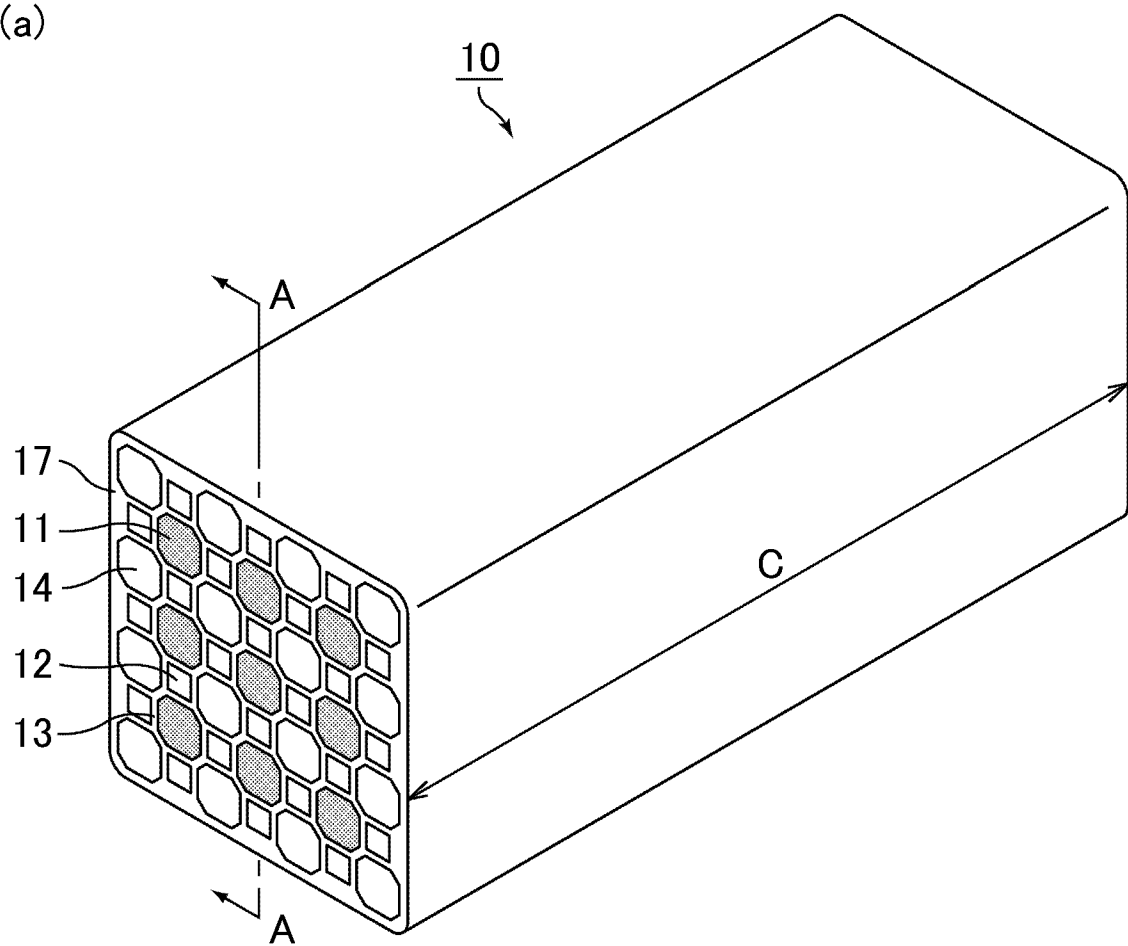


[図5]

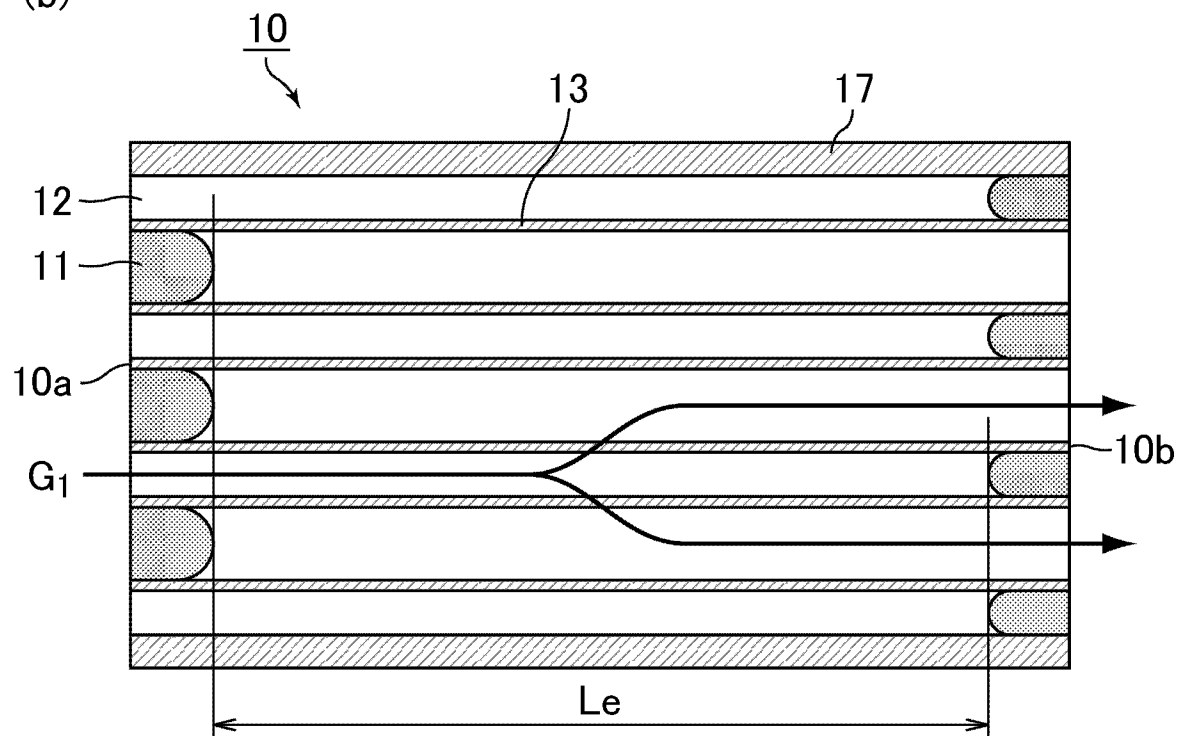


[図6]

(a)

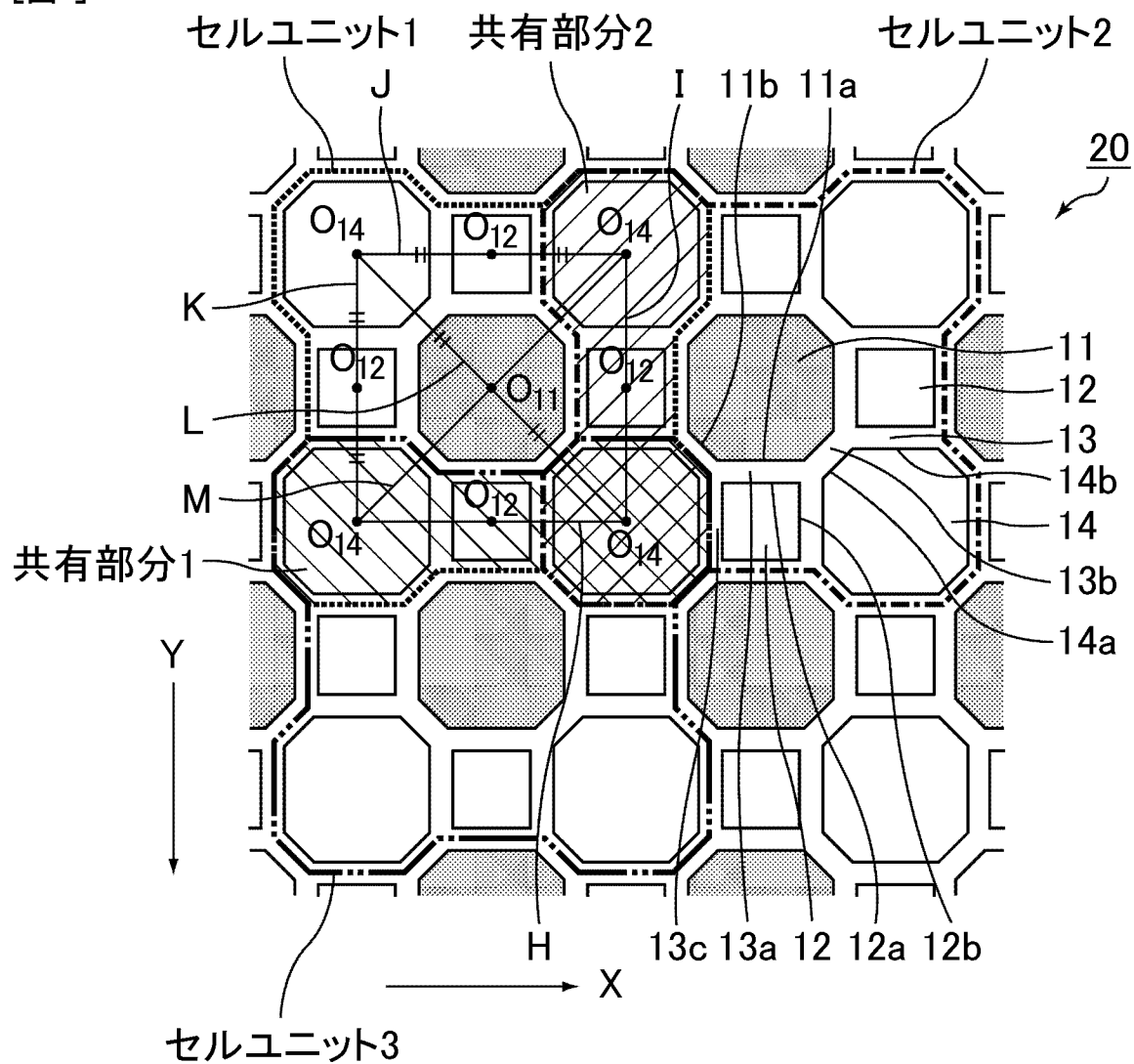


(b)



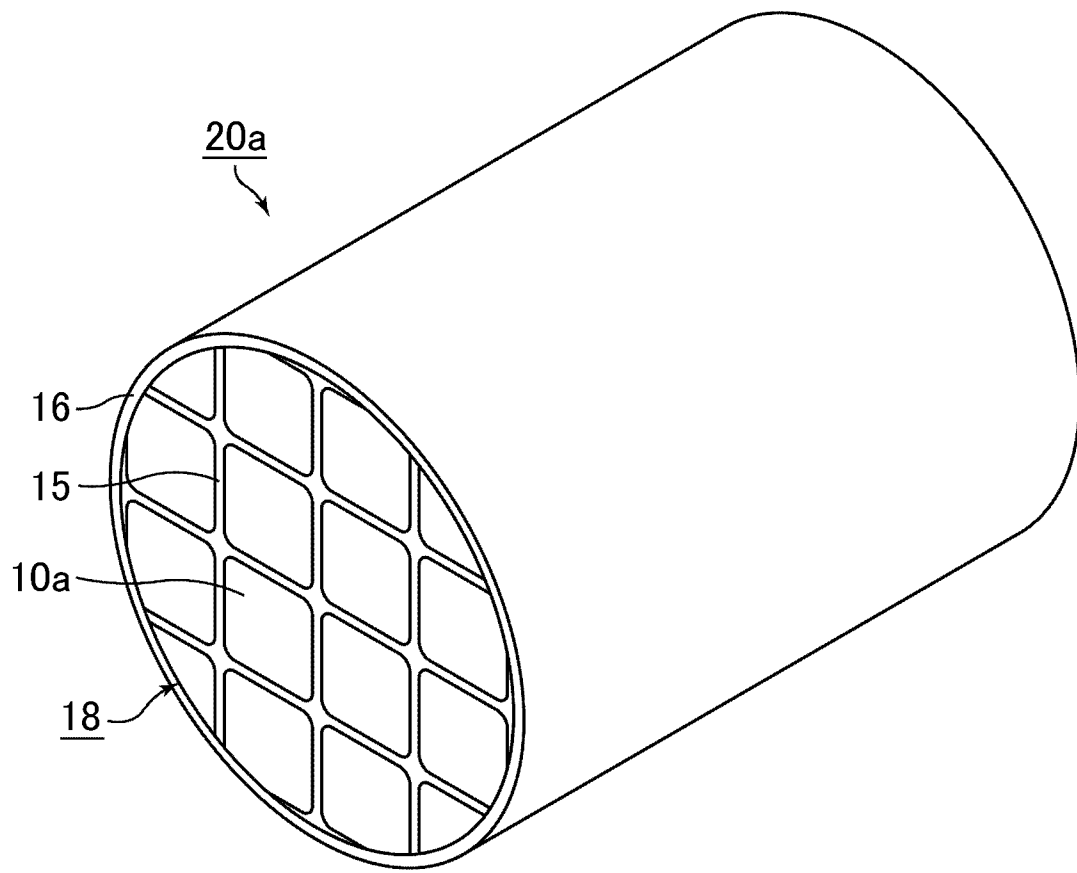
A-A線断面図

[図7]

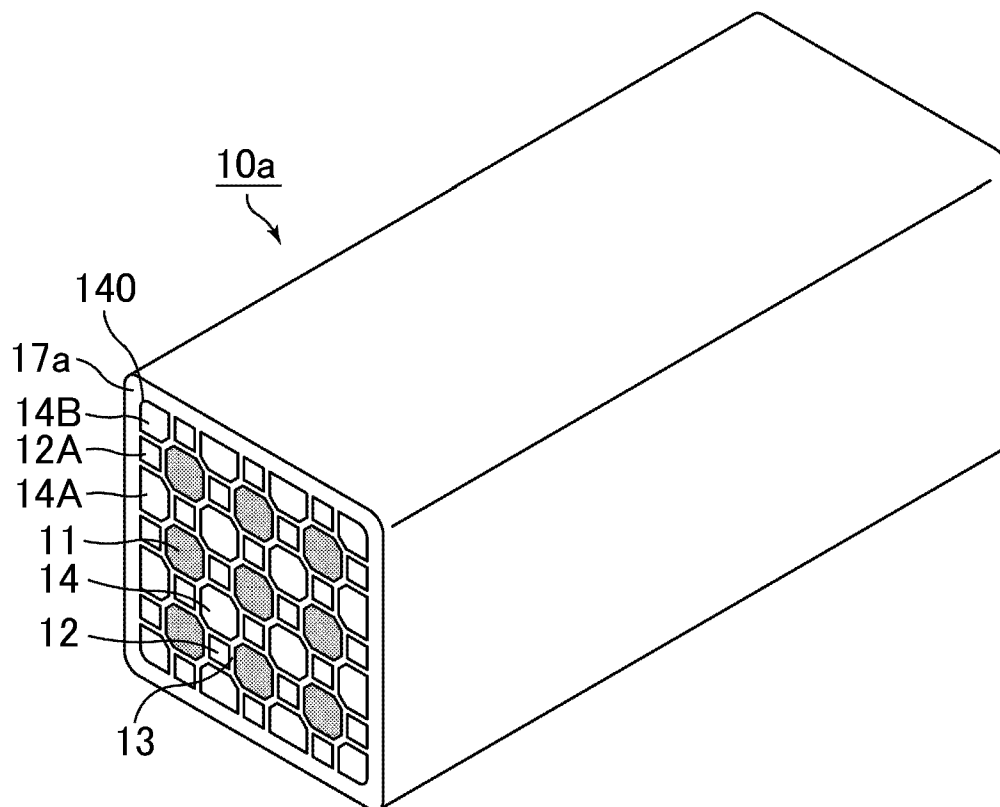


[図8]

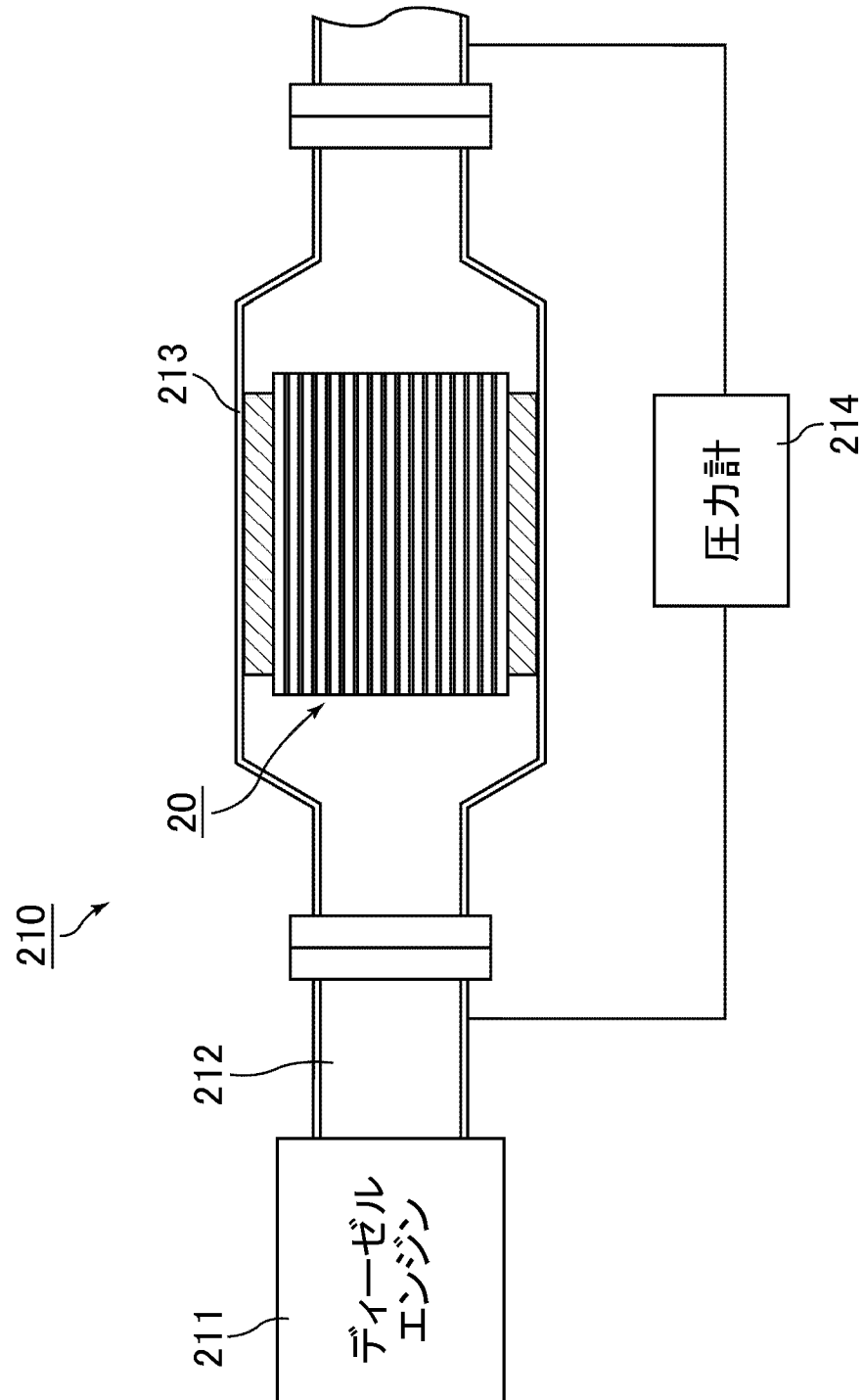
(a)



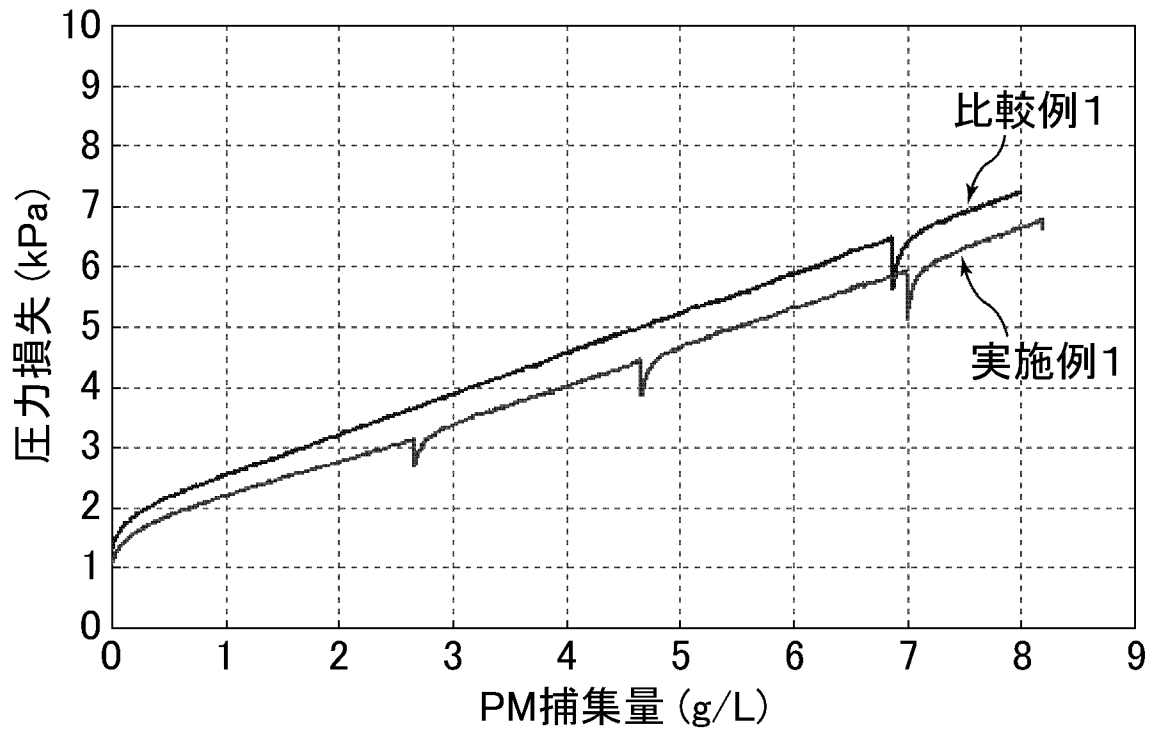
(b)



[図9]

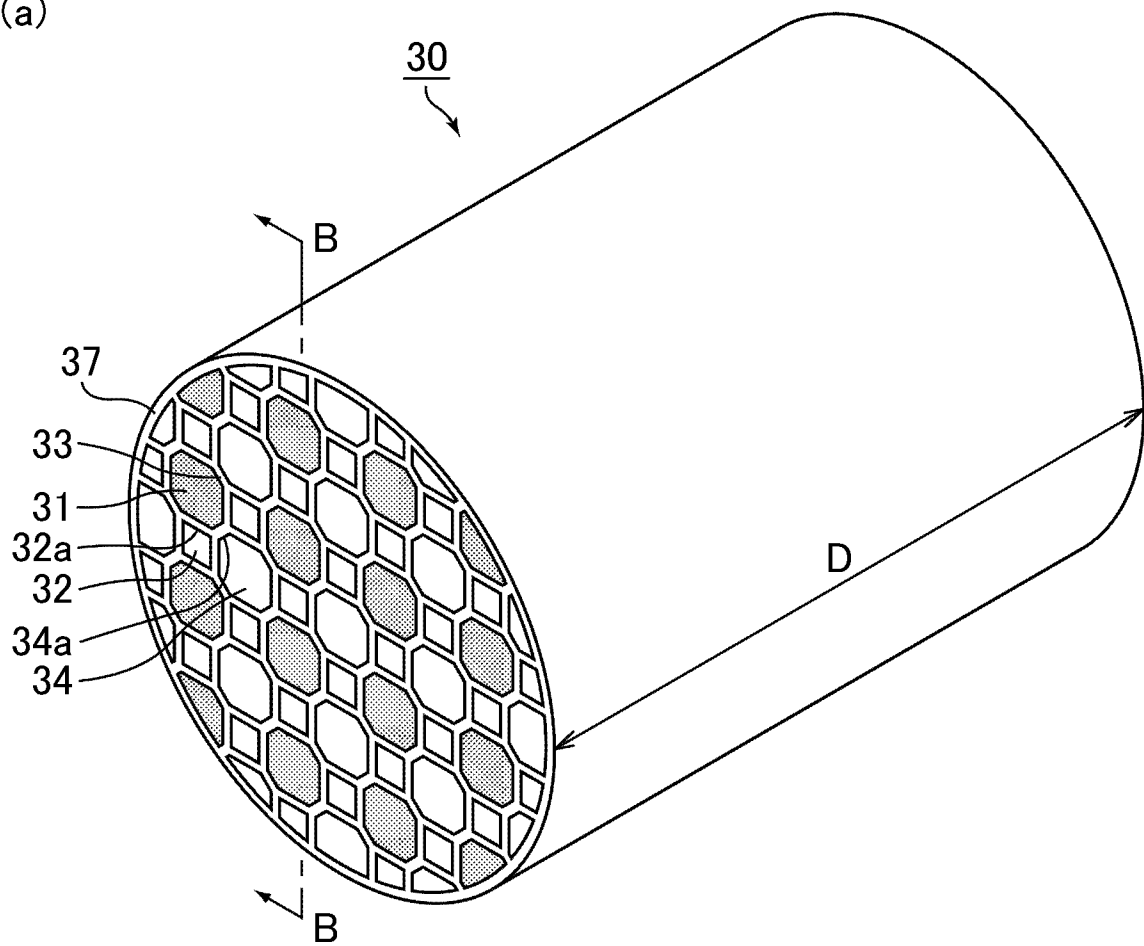


[図10]

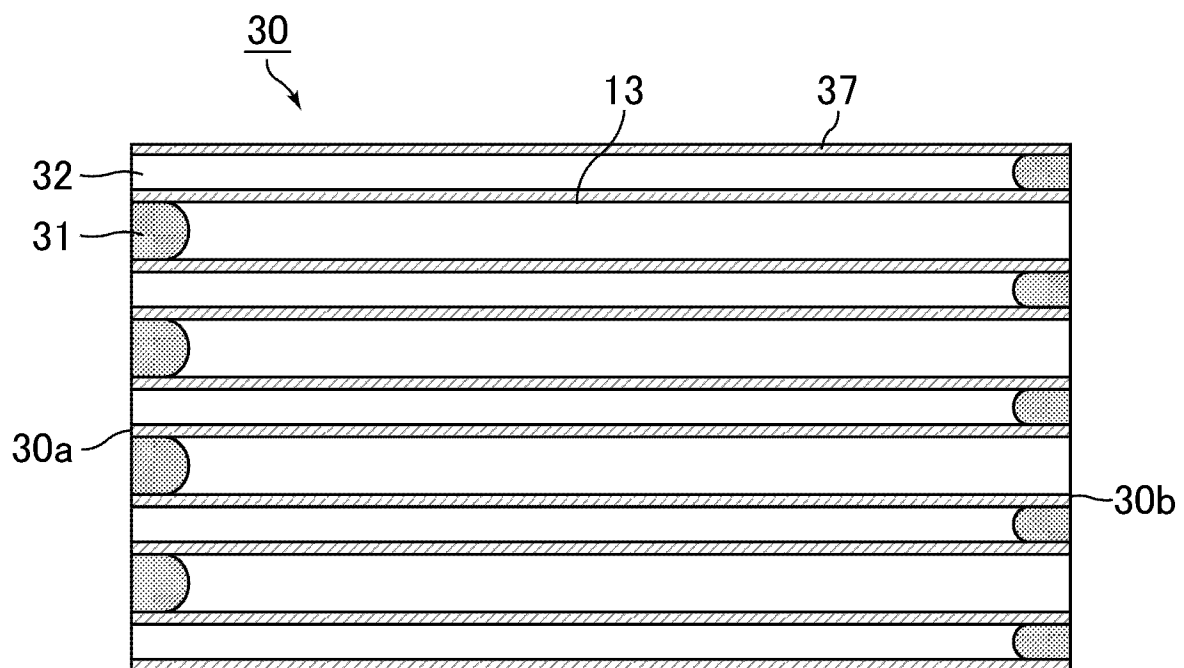


[図11]

(a)

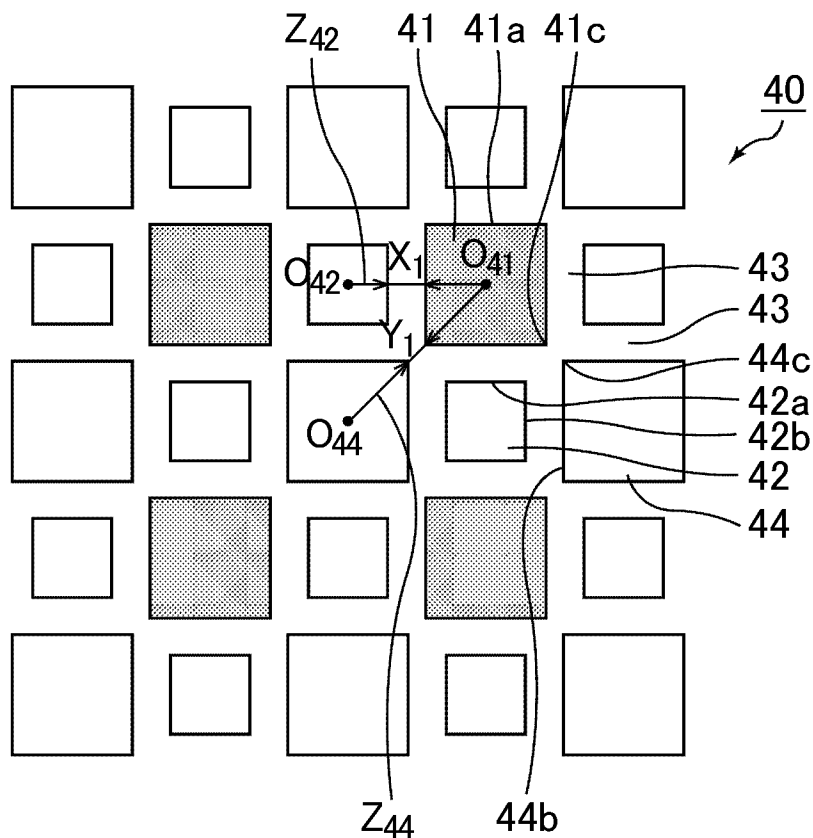


(b)

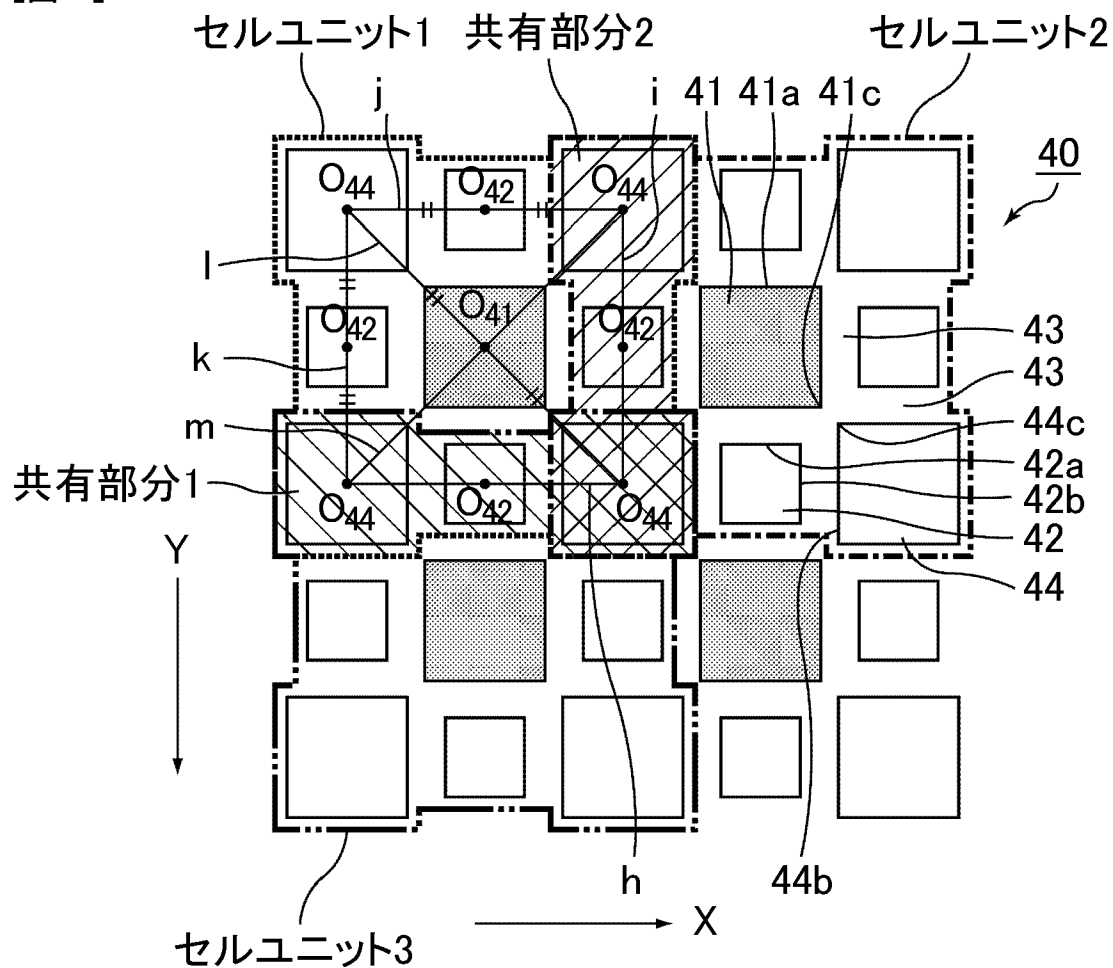


B-B線断面図

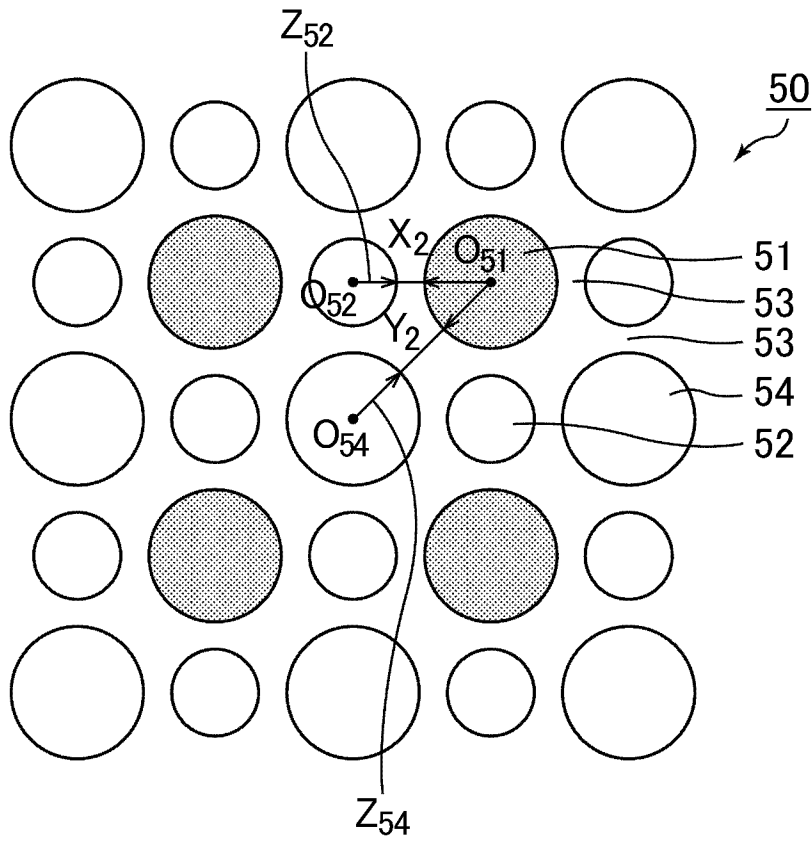
[図12]



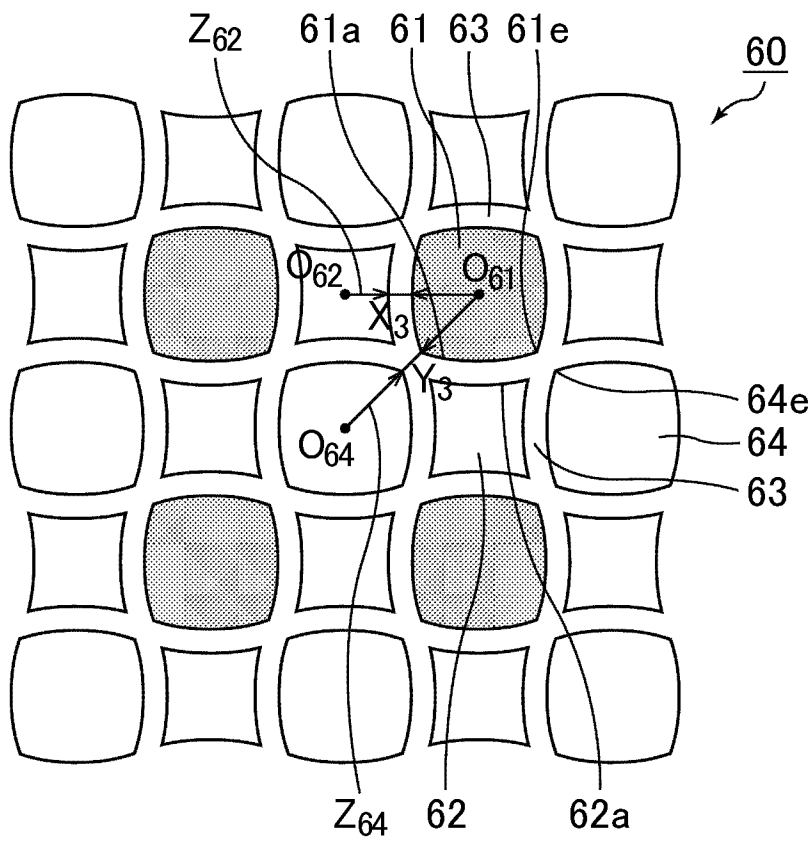
[図13]



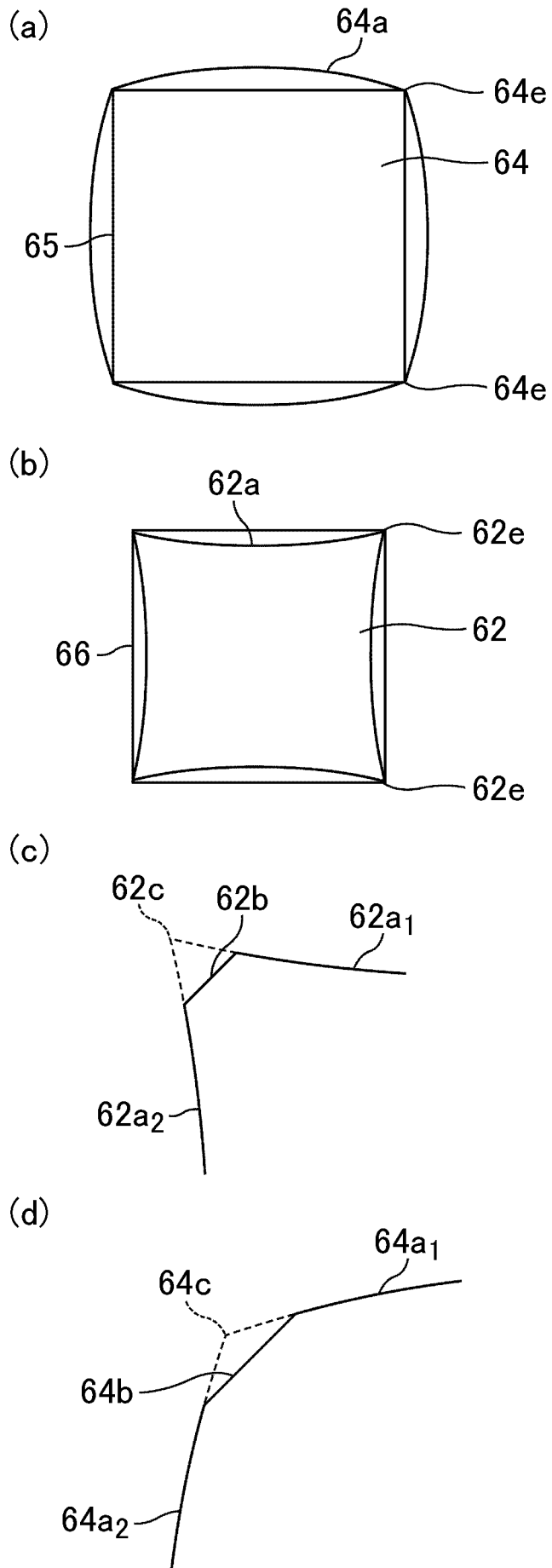
[図14]



[図15]

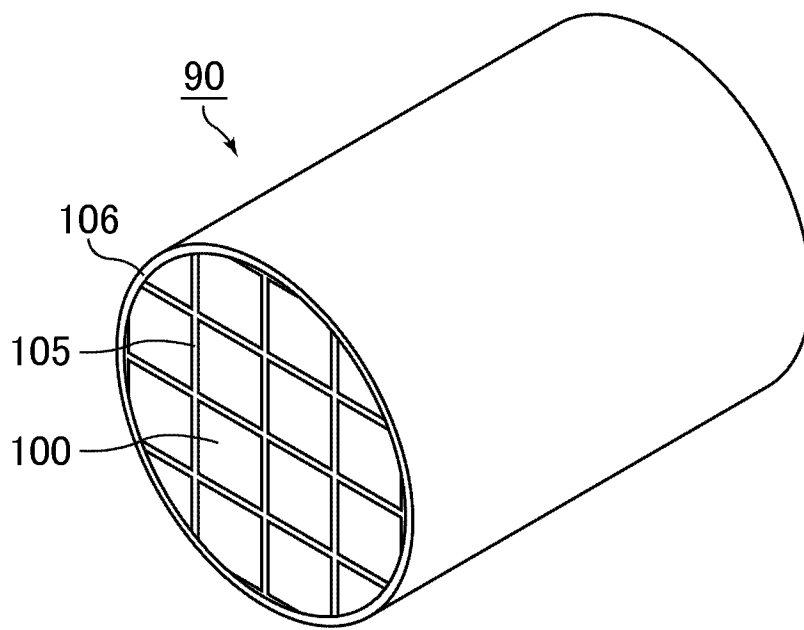


[図16]

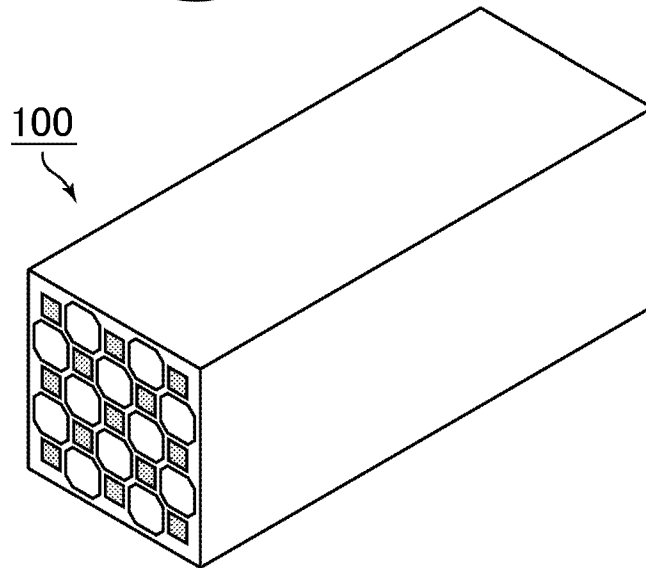


[図17]

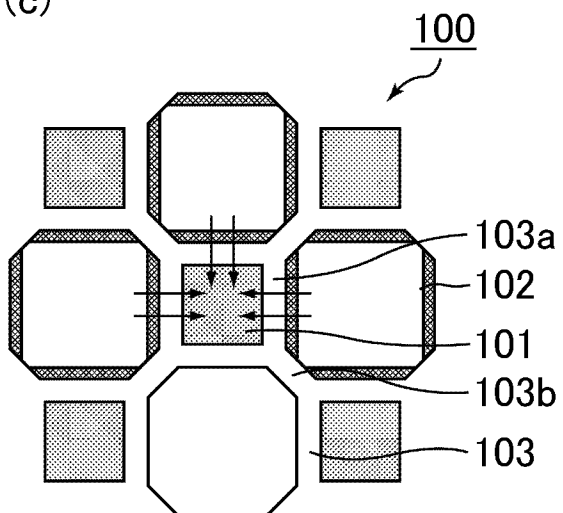
(a)



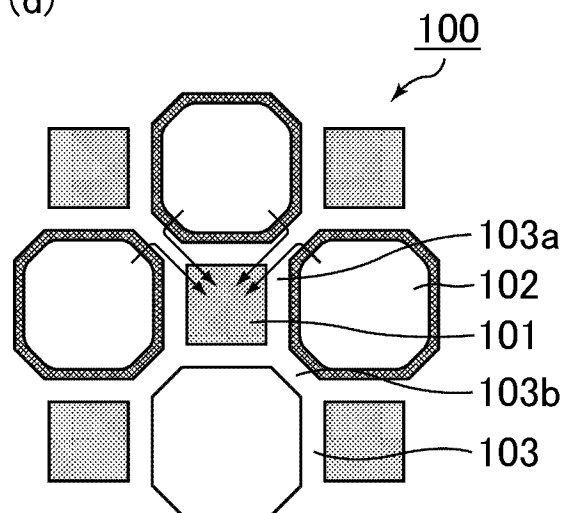
(b)



(c)

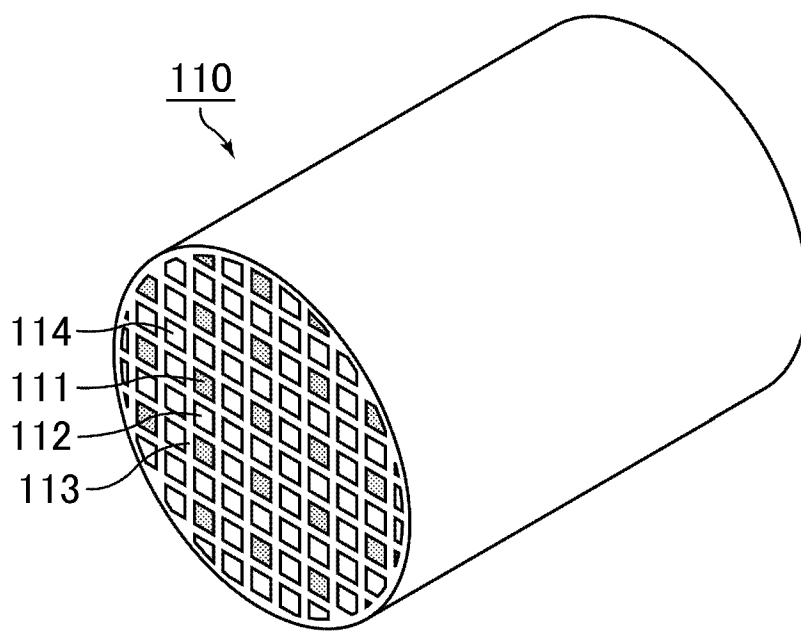


(d)

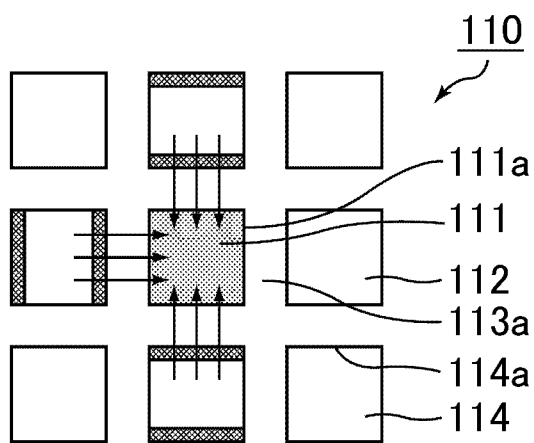


[図18]

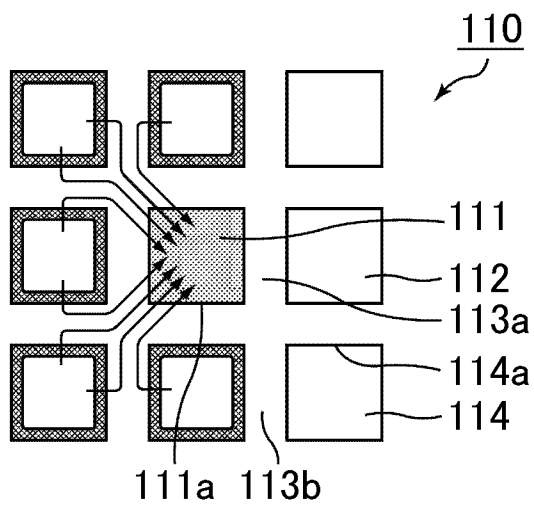
(a)



(b)

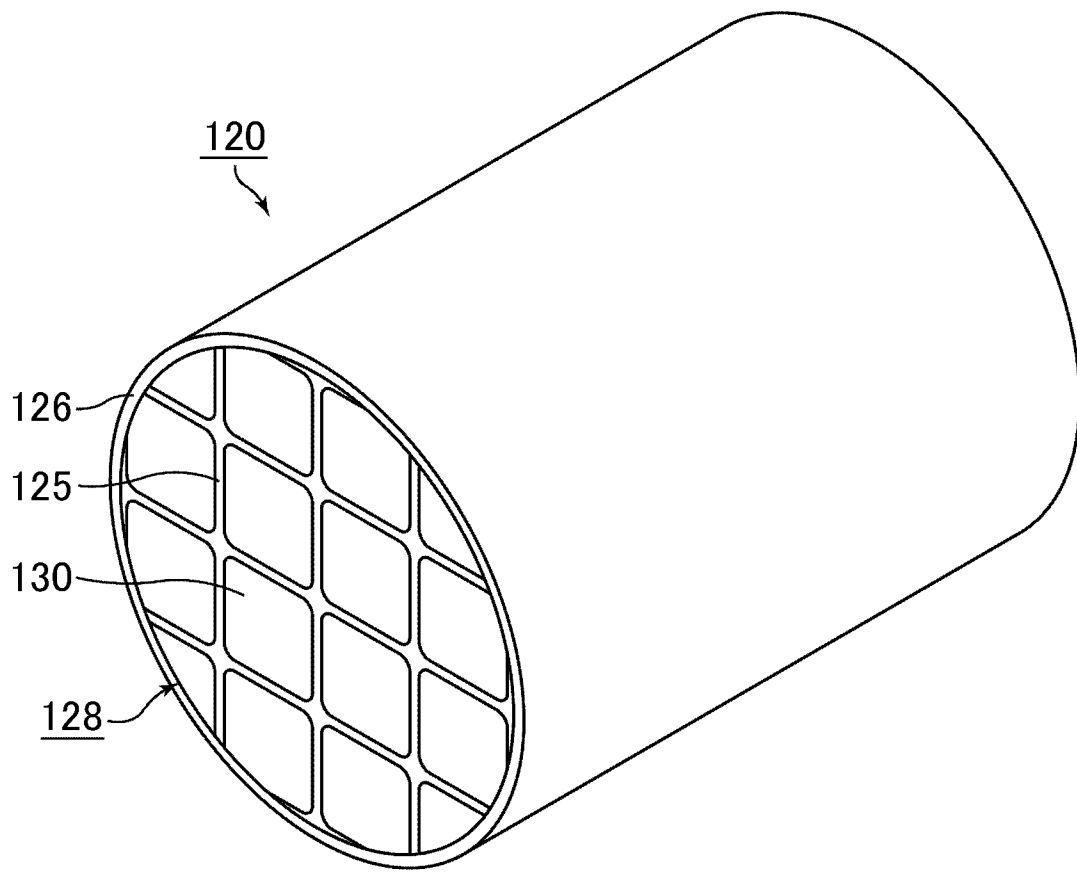


(c)

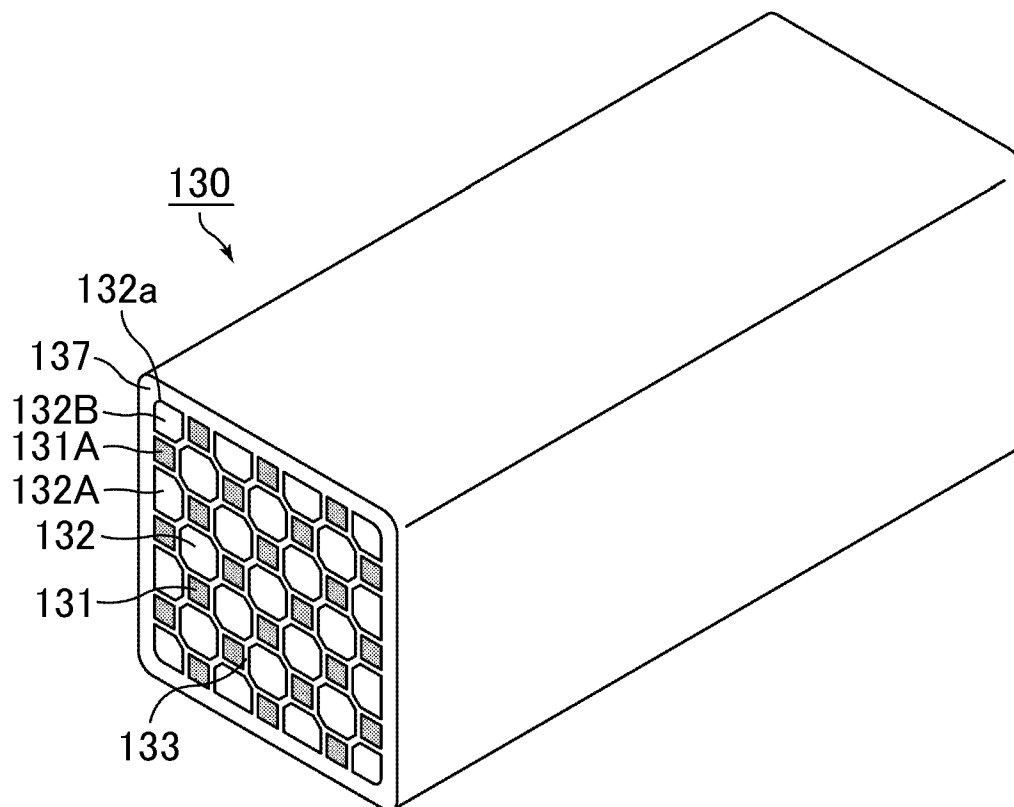


[図19]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/065390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D39/20(2006.01)i, B01D46/00(2006.01)i, C04B41/85(2006.01)i, F01N3/022(2006.01)i

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)

B01D39/20, B01D46/00, C04B41/85, F01N3/022

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-95827 A (Denso Corp.), 07 May 2009 (07.05.2009), entire text; all drawings & DE 102008042372 A	1-26
A	JP 2010-131586 A (Denso Corp.), 17 June 2010 (17.06.2010), entire text; all drawings & DE 102009046441 A	1-26
A	JP 2011-506093 A (Saint-Gobain Centre de Recherches et d'Etudes Europeen), 03 March 2011 (03.03.2011), entire text; all drawings & US 2010/0300291 A1 & EP 2234693 A & WO 2009/081053 A2 & FR 2925354 A & KR 10-2010-0098402 A	1-26



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 August, 2012 (02.08.12)

Date of mailing of the international search report
14 August, 2012 (14.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B01D39/20(2006.01)i, B01D46/00(2006.01)i, C04B41/85(2006.01)i, F01N3/022(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. B01D39/20, B01D46/00, C04B41/85, F01N3/022

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

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)

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 請求項の番号
A	JP 2009-95827 A (株式会社デンソー) 2009.05.07, 全文、全図 & DE 102008042372 A	1-26
A	JP 2010-131586 A (株式会社デンソー) 2010.06.17, 全文、全図 & DE 102009046441 A	1-26
A	JP 2011-506093 A (サンゴバン サントル ドウ ルシエルシエ エ デトウドウ ユーロペン) 2011.03.03, 全文、全図 & US 2010/0300291 A1 & EP 2234693 A & WO 2009/081053 A2 & FR 2925354 A & KR 10-2010-0098402 A	1-26

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

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

の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

0 2 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

畔津 圭介

4 Q

3 6 2 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8