

(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
2016年1月28日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/013513 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 39/20 (2006.01) C04B 38/00 (2006.01)
B01D 46/00 (2006.01) F01N 3/022 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/070545
- (22) 国際出願日: 2015年7月17日(17.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-150047 2014年7月23日(23.07.2014) JP
- (71) 出願人: 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: 柴田 俊明 (SHIBATA Toshiaki); 〒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). 小木曾 啓人 (OGISO Akihito); 〒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). 鈴木 宏和 (SUZUKI Hirokazu); 〒

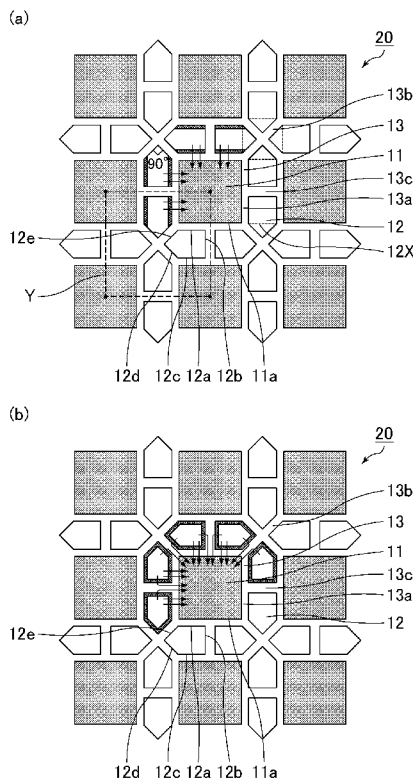
5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP).

- (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36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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: HONEYCOMB FILTER

(54) 発明の名称: ハニカムフィルタ



(57) Abstract: This honeycomb filter is composed of a sintered honeycomb body that is provided with: a porous cell partition wall; exhaust gas introduction cells having an exhaust gas inlet-side end that is open and an exhaust gas outlet-side end that is sealed; exhaust gas discharge cells having an exhaust gas outlet-side end that is open and an exhaust gas inlet-side end that is sealed; and an outer peripheral wall formed at the outer periphery. The honeycomb filter is characterized in that: the cross-sectional shape in a direction perpendicular to the length direction of the exhaust gas introduction cells is the same in every location in the cells from the exhaust gas inlet-side end to the exhaust gas outlet-side end except for a sealed portion, and the cross-sectional shape in a direction perpendicular to the length direction of the exhaust gas discharge cells is the same in every location in the cells from the exhaust gas inlet-side end to the exhaust gas outlet-side end except for a sealed portion; exhaust gas introduction cells are adjacent to the entire periphery of the exhaust gas discharge cells apart from the cells adjacent to the outer peripheral wall, with the porous cell partition wall being interposed between said exhaust gas introduction cells and said exhaust gas discharge cells; the cells adjacent to the outer peripheral wall comprise exhaust gas introduction cells and exhaust gas discharge cells; the effective ratio of the number of exhaust gas introduction cells to the number of exhaust gas discharge cells is exhaust gas introduction cells: exhaust gas discharge cells = 4:1; and the cross-sectional areas of the exhaust gas introduction cells in a direction perpendicular to the length direction are the same apart from the cells adjacent to the outer peripheral wall, and are smaller than the cross-sectional areas of the exhaust gas discharge cells in a cross-section perpendicular to the length direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/013513 A1



ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 添付公開書類:

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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明のハニカムフィルタは、多孔質のセル隔壁と、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、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、外周に形成された外周壁とを備えたハニカム焼成体から構成され、前記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、目封止部分を除き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り、前記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、目封止部分を除き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り、外周壁に隣接するセルを除き、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、外周壁に隣接するセルは、排ガス導入セルと排ガス排出セルとからなり、実質的な排ガス導入セルの個数と排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1の割合であり、排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面のそれぞれの断面積は、外周壁に隣接するセルを除いて、いずれも同じであり、排ガス排出セルの長手方向に垂直な断面の断面積よりも小さ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、ガソリンエンジン等の内燃機関から排出される排ガス中には、スス等のパティキュレート（以下、PMという）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] 最近、ディーゼルエンジン、ガソリンエンジンとも、排ガス規制がさらに厳しくなり、排ガス浄化装置を厳しい排ガス規制に適合させることが求められている。例えば、従来では、酸化触媒を担持した触媒担体とPMを捕集するハニカムフィルタのみで排ガス規制を満たすレベルまで排ガスの後処理が可能であったが、最近では、NO_x浄化の要求が厳しくなり、SCR触媒を担持した触媒担体をさらに備えたり、SCR触媒を機能させるためのアンモニア噴射機構等を排ガス浄化装置に備える必要が生じている。

[0005] このような背景から、触媒担体やハニカムフィルタには、上記した機能を発揮させる装置を組み込むことを前提にさらなる小型化が求められており、特にハニカムフィルタには、圧力損失をさらに低く抑えることができる構造が求められている。

[0006] 従来より、圧力損失の低下が可能なハニカムフィルタを開示した発明として、下記の特許文献１～特許文献４が挙げられる。

図８（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８（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。

[0007] 特許文献１には、図８（ａ）および（ｂ）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。

[0008] 以下、本発明および背景技術の説明においては、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。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、排ガス導入セルと表記する。

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。

[0009] 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。

[0010] 図９（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９（ｂ）は、上記ハニカムフィルタの端面を模式的に示した端面図である。

特許文献２には、図９（ａ）～（ｂ）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 1 1 1 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 1 1 2、1 1 4 がセル隔壁 1 1 3 を隔てて隣接するハニカムフィルタ 1 1 0 が開示されている。実質的な前記排ガス導入セルの個数と前記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝3：1 の割合となっている。

[0011] 図 1 0 は、特許文献 3 に記載のハニカムフィルタの断面を模式的に示した断面図である。

特許文献 3 には、図 1 0 に示すように、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断面形状が六角形の排ガス排出セル 1 2 1 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やはり断面形状が六角形の排ガス導入セル 1 2 2 がセル隔壁 1 2 3 を隔てて隣接するハニカムフィルタ 1 2 0 が開示されている。ただし、排ガス排出セル 1 2 1 の断面形状は、正六角形であるが、排ガス導入セル 1 2 2 の断面形状は、二つの異なる長さの辺 a、b が交互に配置された六角形となっている。また、実質的な前記排ガス導入セルの個数と前記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝2：1 の割合となっている。

[0012] 図 1 1 は、特許文献 4 に記載のハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の断面を模式的に示した断面図である。

特許文献 4 は、図 1 1 に示すように、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断面形状が八角形の排ガス排出セル 1 3 1 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 2 種類の断面形状が異なる第 1 排ガス導入セル 1 3 2 および第 2 排ガス導入セル 1 3 4 がセル隔壁 1 3 3 を隔てて隣接するハニカムフィルタ 1 3 0 が開示されている。すなわち、これら排ガス導入セルは、断面形状が正方形の第 1 排ガス導入セル 1 3 2 と、断面積が第 1 排ガス導入セル 1 3 2 より大きい断面形状が八角形の第 2 排ガス導入セル 1 3 4 の 2 種類からなり

、かつ、排ガス排出セル 1 3 1 の断面積は、第 2 排ガス導入セル 1 3 4 の断面積と同じであるかそれよりも大きく形成されている。また、実質的な前記排ガス導入セルの個数と前記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝3：1 の割合となっている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：国際公開第 2 0 0 4 / 0 2 4 2 9 4 号

特許文献2：米国特許第 4 4 1 7 9 0 8 号明細書

特許文献3：国際公開第 2 0 0 7 / 1 3 4 8 9 7 号

特許文献4：国際公開第 2 0 1 3 / 1 8 7 4 4 4 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 特許文献 1 に開示された図 8 に示すハニカムフィルタ 9 0 では、排ガス導入セル 1 0 2 の断面積が排ガス排出セル 1 0 1 の断面積よりも大きくなっているため、排ガスが排ガス排出セル 1 0 1 を通過する際の通過抵抗や排ガスが排ガス排出セル 1 0 1 から流出する際の流出抵抗が大きく、その結果、圧力損失が高くなっていた。

[0015] 特許文献 2 に開示された図 9 に示すハニカムフィルタ 1 1 0 では、排ガス排出セル 1 1 1 の断面積が小さいため、図 8 に示すハニカムフィルタ 9 0 と同様、排ガスが排ガス排出セル 1 1 1 を通過する際の通過抵抗や排ガスが排ガス排出セル 1 1 1 から流出する際の流出抵抗が大きく、その結果、圧力損失が高くなっていた。

[0016] 特許文献 3 に開示された図 1 0 に示すハニカムフィルタ 1 2 0 では、断面形状が六角形の排ガス排出セル 1 2 1 の周囲全体に、同じ断面形状の排ガス導入セル 1 2 2 が 6 個配置されており、各排ガス導入セル 1 2 2 の容積は、排ガス排出セル 1 2 1 の容積より小さいので、排ガスが排ガス排出セル 1 2 1 を通過する際の抵抗、排ガスがフィルタの外部に流出する際の抵抗を低く抑

えることができる。しかしながら、セルの断面形状が六角形であるため、外周壁に隣接するセルの断面の形状が歪みやすく、圧力損失をさらに低減させるためには、排ガス排出セルや排ガス導入セルの形状に検討の余地があった。

[0017] 特許文献4に開示された図11に示すハニカムフィルタ130は、本発明者が先に提案したハニカムフィルタであり、断面形状が八角形の排ガス排出セル131の周囲全体に、2種類の断面形状が異なる第1排ガス導入セル132と第2排ガス導入セル134とが配置されており、第1排ガス導入セル132の断面積より排ガス排出セル131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131を通過する際の抵抗、排ガスがフィルタの外部に流出する際の抵抗を低く抑えることができる。また、PMがある程度堆積すると、主流路のスイッチが起こり、第1排ガス導入セル132より断面積が大きい第2排ガス導入セル134の内壁表面にもPMが堆積する。第1排ガス導入セル132および第2排ガス導入セル134の総容積は、排ガス排出セル131の総容積よりも大きいので、排ガス導入セルに堆積したPM層の厚さが余り厚くならず、圧力損失が低い状態を維持することができる。

[0018] さらに、外周壁に隣接するセルについては、排ガス排出セル131A、131Bの総容積を排ガス導入セル132Aの総容積よりも大きくとっているので、外周壁に隣接する排ガス導入セル132Aから容積の大きい排ガス排出セル131A、131Bに排ガスが流れやすくなり、外周壁に隣接する排ガス導入セル132Aを区画するセル隔壁133aは勿論のこと、排ガス導入セル132Aを区画する外周壁137にも排ガスの透過が可能となるため、実質的な濾過面積を十分に大きくとることができ、初期において圧力損失が低く、PMが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することができる。

[0019] しかしながら、特許文献4に記載のハニカムフィルタ130は、断面形状の異なる二種類の第1排ガス導入セル132と第2排ガス導入セル134とを使用しているため、特に、断面積の小さい第1排ガス導入セル132に流入

した排ガスがセルの内部を通過する際の抵抗を小さくすることが難しく、それが初期（PMが堆積する前）の圧力損失を増加させる原因となっており、特にエンジンからの排気温度が高く、PMがハニカムフィルタ130に多量に堆積する前に連続的に燃焼するような場合においては、初期の圧力損失をさらに低減させる余地があった。

[0020] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、PM未堆積時の圧力損失（初期圧損）、および、PM堆積時の圧力損失の上昇を抑制したハニカムフィルタの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0021] 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、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、外周に形成された外周壁とを備えたハニカム焼成体から構成されてなるハニカムフィルタであって、

上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、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り、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、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り、上記外周壁に隣接するセルを除き、上記排ガス排出セルの周囲全体に、上記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、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとからなり、実質的な上記排ガス導入セルの個数と上記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1の割合であり、上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面のそれぞれ断面積は、外周壁に隣接するセルを除いて、いずれも同じであり、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直な断面の断面積よりも小さいことを特徴とする。

[0022] 本発明のハニカムフィルタにおいては、一部の例外部分を除いて、それぞれの排ガス排出セルが、上記排ガス排出セルの周囲全体に隣接して配設された排ガス導入セルを互いに共有しながら上下左右に2次元的に繰り返すパターンで配置されている。本発明のハニカムフィルタにおいて、「実質的な上記排ガス導入セルの個数と上記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1である」とは、外周壁に隣接するセルの例外部分を除いた上記した排ガス排出セルと排ガス導入セルとの繰り返しパターンを観察した際、排ガス導入セルの個数と排ガス排出セルの個数との比が、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1となっていることをいう。具体的には、ハニカムフィルタのセルの長手方向に垂直な断面において、4つの隣り合う排ガス排出セルの幾何学的な重心を結んだ四角形の中に、4つ分の排ガス導入セルと1つ分の排ガス排出セルとを含んでいることをいう。上記四角形に、セルが分割して含まれるため、その面積の合計がそれぞれのセルの面積の幾つ分に相当するかで示す。

[0023] 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。

[0024] 本発明のハニカムフィルタでは、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しているので、排ガス排出セルの周囲にあるセル隔壁全体を完全に利用することができる。

[0025] 本発明のハニカムフィルタでは、排ガス導入セルの個数を排ガス排出セルの個数の4倍とし、排ガス導入セルの断面積を相対的に小さくすることにより、（b）排ガス導入セルの通過抵抗は、若干大きくなるが、この通過抵抗により排ガス導入セルに流れ込む排ガスの流速が低下するとともに均一化し、排ガスがハニカムフィルタのセルの長手方向に対して広い範囲のセル隔壁を通過して排ガス排出セルに流れ込むようになる。これにより、（c）セル隔

壁の透過抵抗が小さくなるとともに、セル隔壁に堆積するPMの厚さが均一化されて薄くなり、(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を低減させることができる。

また、排ガス導入セルの断面積が同じであるので、各排ガス導入セルに堆積するPMがより均一になるとともに、ハニカムフィルタに堆積したPMの燃焼除去後にハニカムフィルタ内に残るアッシュもより均一に堆積する。さらに、排ガス導入セルの個数を排ガス排出セルの個数の4倍とすることにより、アッシュの堆積する排ガス導入セルの容積も大きくなるため、アッシュが堆積した後も濾過面積を確保することができる。

[0026] 本発明のハニカムフィルタでは、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと、該排ガス導入セルと交互に配置された上記排ガス排出セルとからなることが望ましい。

[0027] 上記構成のハニカムフィルタでは、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと、該排ガス導入セルと交互に配置された上記排ガス排出セルとからなり、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面の断面積は、上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面の断面積よりも大きいので、外周壁に隣接する排ガス導入セルから断面積の大きい排ガス排出セルに排ガスがより流れやすくなり、外周壁に隣接する排ガス導入セルを区画するセル隔壁は勿論のこと、上記排ガス導入セルを区画する外周壁にも排ガスの透過が可能となり、実質的な濾過面積を最大限に大きくとることができ、初期において圧力損失がより低く、PMが堆積しても圧力損失がより上昇しにくいハニカムフィルタとすることができる。

[0028] 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、上記排ガス導入セルは、いずれも五角形であり、上記排ガス排出セルは、正方形もしくは八角形であることが望ましい。

排ガス排出セルの断面形状を正方形もしくは八角形とし、その周囲を取り囲む排ガス導入セルの断面形状を五角形とした場合、ハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の断面形状を設計しやすく、濾過面積がより広い排ガス

導入セルを形成することができ、圧力損失がより低いハニカムフィルタとすることができる。

[0029] 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、上記排ガス導入セルは、3つの90°の角と、隣り合わない2つの135°の角からなる五角形であり、上記排ガス排出セルは正方形であり、上記排ガス排出セルの周囲に8つの上記排ガス導入セルが配置されていることが望ましい。

[0030] 上記構成のハニカムフィルタでは、ハニカム焼成体の断面形状の設計がしやすく、圧力損失がより低いハニカムフィルタとすることができ、また、構造体としての強度を高めることができる。

[0031] 本発明のハニカムフィルタでは、上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ことが望ましい。

[0032] セル同士を隔てるセル隔壁の厚さが全ての場所において等しい場合、排ガスがセル隔壁全体をより均一に透過しやすく、PMを均一に堆積させることができることから、圧力損失を低くすることができる。

[0033] 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、上記セルの頂点部分は、面取りされた形状となっており、上記セルは、下記の（1）式で表される面取り率Rが50～100%であることが望ましい。

$$\text{面取り率 } R (\%) = (\beta / \alpha) \times 100 \cdots (1)$$

（但し、上記（1）式において、 α はセルの長手方向に垂直な断面におけるセルの1辺の長さをさし、 β はセルの長手方向に垂直な断面におけるセルの1辺のうち面取りされている部分の長さをさす。）

[0034] 上記構成のハニカムフィルタでは、セルの断面形状がより円に近くなるため、（b）及び（e）のセルの通過抵抗をより小さくすることができ、より初期圧損の低いハニカムフィルタとすることができる。上記した「セルの頂点部分は、面取りされた形状となっている」に関し、上記セルは、排ガス排出セルおよび排ガス導入セルの両方を指す。

[0035] 本発明のハニカムフィルタでは、上記外周壁は、角部を有し、該角部以外の

外周壁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上記外周壁に接する排ガス導入セルおよび排ガス排出セルの上記外周壁に接する辺は、上記外周壁の外壁をなす辺と平行かつ直線的に形成されていることが望ましい。

[0036] 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。

[0037] 本発明のハニカムフィルタでは、複数の上記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おり、上記排ガス導入セルの個数は、排ガス排出セルの個数の3.2～4.0倍であることが望ましい。

複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されていると、再生時等において、接着材層が緩衝層となり、熱応力によりハニカムフィルタが破壊されるのを防止することができる。また、接着材層により機械的な強度を増加させることができる。また、ハニカム焼成体の外周壁に隣接するセルを考慮に入れると、上記排ガス導入セルの個数は、排ガス排出セルの個数の3.2～4.0倍となる。

[0038] 本発明のハニカムフィルタでは、セル隔壁の厚さは、0.075mm～0.310mmであることが望ましい。

セル隔壁の厚さは、0.075mm～0.310mmと薄くすることにより、排ガスのセル隔壁の透過抵抗を低減させることができ、圧力損失をより低下させることができる。

[0039] 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、セル隔壁の透過抵抗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。

[0040] 本発明のハニカムフィルタでは、上記ハニカム焼成体は、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、本発明のハニカムフィルタは、耐熱性に優れたハニカムフィルタとなる。

[0041] 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。

この外周のコート層は、内部のセルを機械的に保護する役割を果たす。そのため、本発明のハニカムフィルタは、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。

[0042] なお、本発明でいうセルの断面形状とは、セルの長手方向に垂直方向の断面に関し、排ガス排出セル、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方向の断面に関し、排ガス排出セル、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。

[0043] 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、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いう。

[0044] 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、辺の長さを調整することで本発明の作用効果である圧力損失の低減を実現できるからである。

[0045] また、本発明のハニカムフィルタにおいては、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、2つのセル間を隔てるセル隔壁の厚さは、排ガス導入セルの各辺の midpoint からセルの外向きに垂線を引いた時に、その垂線が最初に交わるセルの辺までの距離とする。上述したように面取り形状となっている場合には、辺の曲線部分は除外して考えた方が妥当だからである。

[0046] 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：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り、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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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、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、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。排ガス導入セルのみならず、排ガス排出セルもまた、それぞれ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。

[0050] 以下、本発明の作用効果について、本発明のハニカムフィルタの一実施形態を例示として詳しく説明する。

図1 (a)、(b) 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1 (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排ガス導入セル12が隣接している。

[0051] セルの長手方向に垂直方向の断面の形状に関し、排ガス排出セル11は正方形である。一方、排ガス導入セル12は五角形で全て同じ形状であるが、正五角形ではなく、3つの90°の内角と、隣り合わない2つの135°の内角とを有する五角形であり、図形的には、図1 (a) に示すように、破線12Xで分割すると、矩形と直角二等辺三角形とを足し合わせた形状となっている。そして、2個の排ガス導入セル12の矩形に相当する部分が、排ガス排出セル11の断面を構成する1つの辺11aに隣接しており、直角二等辺三角形が矩形の外側に付加された形状となっている。そして、同様のパターンが排ガス排出セル11を構成する4つの辺11aに繰り返されている。排ガス排出セル11に注目して観察すると、1個の排ガス排出セル11の周囲に8個の排ガス導入セル12が隣接して配置されたパターンが上下左右に繰り返されている。

[0052] また、全体を見ると、矩形形状の排ガス排出セル11が所定の間隔をあけて上下左右に整列し、空いたスペースに排ガス導入セル12が配置されたパタ

ーンとなっており、2つの排ガス排出セル11の間には、排ガス導入セル12を構成する矩形の部分が挿入されている。そして、4個の排ガス排出セル11に囲まれた中央のスペースには、排ガス導入セル12を構成する直角二等辺三角形の部分の直角部分が互いに対向するようにセル隔壁13を隔てて配されており、このように、排ガス導入セル12の矩形部分と直角二等辺三角形の部分とをうまく配置することにより、排ガス排出セル11と排ガス導入セル12とを隙間なく配置することができる。

[0053] 上記した排ガス排出セル11と排ガス導入セル12のパターンに関し、1つのセルユニットは、破線Yで描かれているように、4つの隣り合う排ガス排出セル11の重心を結んだ四角形を想定することができ、上記ユニットは、4つ分の排ガス導入セル12と1つ分の排ガス排出セル11とを含んでいる。従って、外周壁に隣接するセルなどの例外部分を除いた上記した排ガス排出セル11と排ガス導入セル12との繰り返しパターンを観察した際、排ガス導入セル12の個数と排ガス排出セル11の個数との比が、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1となっている。

[0054] 次に、排ガスの流れについて考察する。

まず、図1(a)に示すように、上記構成のハニカムフィルタ20に向かって排ガスが流れてくると、入口側の端部が開口している排ガス導入セル12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、排ガス導入セル12に流れ込むが、排ガス導入セル12の断面形状は、皆同じであり、排ガス排出セル11の断面を構成する辺に隣接する排ガス導入セル12の各辺の長さも、皆同じである。従って、排ガスは、それぞれの排ガス導入セル12に均一に流れこみ、排ガス排出セル11と排ガス導入セル12とを区画形成するセル隔壁13aを透過して、排ガス排出セル11に流れ込み、図1(a)に示すように、セル隔壁13aにPM堆積層が形成される。

[0055] それぞれの排ガス導入セル12の断面積が、それぞれの排ガス排出セル11の断面積よりも小さいことに起因して、(b)排ガス導入セル12の通過抵抗は、若干大きくなるが、この通過抵抗により排ガス導入セル12に流れ込

む排ガスの流速が低下するとともに均一化し、排ガスがハニカムフィルタのセルの長手方向に対して広い範囲のセル隔壁 13 を透過して排ガス排出セル 11 に流れ込むようになる。また、それぞれの排ガス排出セル 11 の断面積は、それぞれの排ガス導入セル 12 の断面積よりも大きいので、(e) 排ガス排出セル 11 の通過抵抗、および、(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の低減効果が大きく、その結果、従来のハニカムフィルタ 90 等に比べて圧力損失を低くすることができる。

[0056] セル隔壁 13 a にある程度の厚さの PM 層が形成されると、(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が大きくなり、一方、排ガス導入セル 12 のそれぞれの断面積は、いずれも同じで、排ガス導入セル 12 の個数が排ガス排出セル 11 の個数の 4 倍と多いので、排ガス導入セル 12 同士を隔てるセル隔壁 13 b、13 c の透過抵抗は余り大きくない。従って、ごく短い期間の後、図 1 (b) に示すように、排ガスは、排ガス導入セル 12 同士を隔てるセル隔壁 13 b、13 c を透過して排ガス排出セル 11 に流れ込むようになり、セル隔壁 13 b、13 c にも PM 堆積層が形成されるようになる。そして、最終的には、図 1 (b) に示すように、排ガス導入セル 12 を構成するセル隔壁 13 の全体（排ガス導入セルの各辺 12 a、12 b、12 c、12 d、12 e に相当する部分の隔壁）に均一な厚さの PM 堆積層が形成される。本発明では、上述したように、排ガス導入セル 12 のそれぞれの断面積は、いずれも同じで、排ガス導入セル 12 の個数が排ガス排出セル 11 の個数の 4 倍と多い。その結果、より初期の段階から PM が均一に堆積するように、すなわち、排ガスが初期の段階からより多くのセル隔壁を透過しやすくなるため、初期の圧力損失を低減できる。

[0057] 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。

[0058] 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、セル隔壁を隔てて排ガス導入セルと隣接する辺と、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する辺とは互いに平行であることが望ましい。

[0059] このことは、排ガス排出セルと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圧力損失の低減の効果を実現できるからである。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

図面の簡単な説明

[0063] [図1]図1(a)、(b)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は、本発明の第一実施形態に係るハニカムフィルタを模式的に示す斜視図である。

[図3]図3(a)は、図2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3(b)は、図3(a)に示すハニカム焼成体のA-A線断面図である。

[図4]図4は、図3(a)、(b)に示したハニカム焼成体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、圧力損失測定方法を模式的に示す断面図である。

[図6]図6(a)は、第二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B-B線断面図である。

[図7]図7は、図6に示したハニカム焼成体の本発明の第二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8]図8(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す斜視図であり、図8(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。

[図9]図9(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9(b)は、上記ハニカムフィルタの端面を模式的に示した端面図である。

[図10]図10は、特許文献3に記載のハニカムフィルタの断面を模式的に示す断面図である。

[図11]図11は、特許文献4に記載のハニカムフィルタを構成するハニカム

焼成体の断面を模式的に示す断面図である。

[図12]図12(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12(b)は、図12(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

[0064] 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。

[0065] (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。

[0066] 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、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、外周に形成された外周壁とを備えたハニカム焼成体から構成されてなる。

[0067] また、上記外周壁に隣接するセル以外のセルに関し、上記排ガス排出セルの周囲全体に、上記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、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとからなり、実質的な上記排ガス導入セルの個数と上記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1の割合であり、上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面のそれぞれの断面積は、外周壁に隣接するセルを除いて、いずれも同じであり、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直な断面の断面積よりも小さい。

本実施形態における排ガス導入セルの断面形状は、いずれも五角の角部が曲線面取りされた形状で同じ形状であり、排ガス排出セルの断面形状は、正方形である。

[0068] なお、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと該排ガス導入セ

ルと交互に配置された上記排ガス排出セルとからなる。

また、上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、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り、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、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。

[0069] 図2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3(a)は、図2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3(b)は、図3(a)に示すハニカム焼成体のA-A線断面図である。図4は、図3(a)、(b)に示したハニカム焼成体の端面の一部を拡大して示した拡大端面図である。

[0070] 図2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を介して接着されることにより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よい。

[0071] なお、ハニカム焼成体10は、略四角柱形状であるが、図3(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。

[0072] なお、第一実施形態に係るハニカムフィルタ20では、排ガス排出セル11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12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。

[0073] 図3(a)および図3(b)に示すハニカム焼成体10では、断面が正方形

の排ガス排出セル 1 1 の周囲全体に、多孔質のセル隔壁 1 3 を隔てて断面が五角形の排ガス導入セル 1 2 が 8 個隣接している。排ガス導入セル 1 2 の形状は、外周壁 1 7 に隣接するセルを除いていずれも同一であり、3つの90°の内角と、隣り合わない2つの135°の内角とを有する五角形である。なお、排ガス排出セル 1 1 も外周壁 1 7 に隣接するセルを除いて、同じ形状である。

[0074] この配置パターンを、図 1 (a) に示すように、4つの隣り合う排ガス排出セル 1 1 の重心を結んだ四角形を1つのユニットとして考えると、このユニットは、その中心に直角二等辺三角形の直角部分が対向するように4つの排ガス導入セル 1 2 が配置され、十字形状となっており、上記四角形の四隅の空いた部分に、1/4に分割された排ガス排出セル 1 1 が4つ配置されている。従って、排ガス導入セル 1 2 の個数が排ガス排出セル 1 1 の個数の4倍である。なお、排ガス導入セル 1 2 のそれぞれの断面積は、いずれも同じである。

[0075] 外周壁 1 7 に関し、外周壁 1 7 は、角部を有し、該角部以外の外周壁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排ガス導入セル 1 2 A および排ガス排出セル 1 1 A の外周壁 1 7 に隣接する辺は、外周壁 1 7 の外壁をなす辺と平行かつ直線的に形成されている。

[0076] また、外周壁 1 2 に隣接するセルに関し、排ガス導入セル 1 2 A と排ガス排出セル 1 1 A とは交互に配置されており、排ガス導入セル 1 2 A は、五角形であるが、外周壁 1 7 に隣接していない排ガス導入セル 1 2 と比べると、矩形の部分の面積が増加している。一方、外周壁 1 2 に隣接する排ガス排出セル 1 1 A の面積は、外周壁 1 7 に隣接していない排ガス排出セル 1 1 と比べると、ほぼ同じ面積となっている。

[0077] 外周壁 1 7 に隣接する排ガス排出セル 1 1 A の面積は、外周壁 1 7 に隣接する排ガス排出セル 1 1 A 以外の排ガス排出セル 1 1 の面積の65～90%であることが望ましく、70～85%であることがより望ましい。

また、外周壁 1 7 に隣接する排ガス導入セル 1 2 A の面積は、外周壁 1 7 に

隣接する排ガス導入セル 12 A 以外の排ガス導入セル 12 の面積の 130～200%であることが望ましく、150～180%であることがより望ましい。

[0078] ハニカム焼成体 10 の角部に存在する排ガス排出セル 11 B は、曲線からなる面取り部 110 B を有する略 4 角形である。図 3 (a) に示す排ガス排出セル 11 B の面取り部 110 B は、面取り部分が曲線を有するように面取りされているが、面取り部分が直線となるように面取りされていてもよい。排ガス排出セル 11 B の断面積は、外周壁 17 に隣接していない排ガス排出セル 11 とほぼ同様である。

[0079] 本実施形態のハニカムフィルタは、上述したように、それぞれの排ガス導入セル 12 の断面積が、それぞれの排ガス排出セル 11 の断面積よりも小さいことに起因して、排ガス導入セル 12 の通過抵抗は、若干大きくなるが、この通過抵抗により排ガス導入セル 12 に流れ込む排ガスの流速が低下するとともに均一化し、排ガスがハニカムフィルタのセルの長手方向に対して広い範囲のセル隔壁 13 を透過して排ガス排出セル 11 に流れ込むようになる。また、排ガス導入セル 12 によるハニカムフィルタ 20 の開口率が排ガス排出セル 11 によるハニカムフィルタ 20 の開口率よりも大きく、それぞれの排ガス排出セル 11 の断面積は、それぞれの排ガス導入セル 12 の断面積よりも大きいので、(e) 排ガス排出セル 11 の通過抵抗、および、(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の低減効果が大きく、その結果、従来のハニカムフィルタ 90 に比べて圧力損失を低くすることができる。

[0080] また、一般に、初期においては、排ガス導入セル 12 と排ガス排出セル 11 とを隔てる排ガス導入セル 12 側のセル隔壁 13 に主に PM 堆積層が形成されるが、ごく短い期間の後、排ガスは、排ガス導入セル 12 同士を隔てるセル隔壁 13 にも入った後、該セル隔壁 13 を透過して排ガス排出セル 11 に入るようになり、排ガス導入セル 12 同士を隔てるセル隔壁 13 にも次第に PM が堆積し、結果的には、排ガス導入セル 12 を構成するセル隔壁 13 の

全体にほぼ均一にPMが堆積する。本発明では、より初期の段階からPMが均一に堆積するように、すなわち、排ガスが初期の段階からより多くのセル隔壁13を透過しやすくなるため、初期の圧力損失を低減できる。

[0081] また、排ガス導入セル12の長手方向に垂直方向の断面のそれぞれ断面積は、外周壁に隣接するセルを除いて、いずれも同じであり、排ガス排出セルの長手方向に垂直な断面の断面積よりも小さいが、排ガス導入セル12の個数と排ガス排出セル11の個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1の割合であるので、排ガス導入セル12の総容積は大きく、実質的な濾過面積を十分に大きくとることができ、排ガス導入セル12を構成するセル隔壁13に堆積するPM層の厚さは薄く、(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は大きくならない。その結果、本発明のハニカムフィルタでは、初期において圧力損失が低く、PMが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することができる。

[0082] 第一実施形態に係るハニカムフィルタ20では、上記効果に加え、外周壁17及び外周壁17に隣接する排ガス排出セル11及び排ガス導入セル12を上記のように構成することにより、外周壁17によりハニカム焼成体10の強度が向上すると共に、ハニカム焼成体10における排ガス排出セル11と排ガス導入セル12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り、外周壁17近傍においても、排ガス導入セル12に排ガスがスムーズに流れ込み、セル隔壁13および外周壁17がフィルタとしての機能を果たすため、圧力損失をさらに低減させることができる。

[0083] 上記したセルの形状に関し、図3(a)、(b)に示すハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体10では、排ガス排出セル11、11A、11Bの断面は正方形、矩形、一部が面取りされた正方形であり、排ガス導入セル12、12Aの断面は五角形であるが、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、排ガス排出セルは、正方形以外の多角形であってもよい。排ガス排出セルの具体的形状としては、八角形が挙げられる。排ガス導入セルの形状も、

五角形以外の多角形であってもよい。排ガス導入セルの具体的形状としては、矩形または六角形が挙げられる。

[0084] また、このような断面が正方形等の多角形のセルの排ガス排出セルおよび排ガス導入セルの頂点部分は、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（円弧）、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頂点部分に断面が曲線となる曲線面取りが施され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、断面が円形の一部である円弧等の曲線からなるセルが一部含まれていてもよい。

[0085] 図2及び図3（a）、（b）に示すハニカムフィルタにおいて、それぞれの排ガス排出セルの断面積に対するそれぞれの排ガス導入セル12の断面積の割合（％）は、30～50％が好ましく、35～45％がより好ましい。

[0086] 本発明のハニカムフィルタでは、ハニカムフィルタのセル隔壁の厚さは、0.075～0.310mmであることが望ましく、0.10～0.28mmであることがより望ましい。

上記セル隔壁の厚さが0.075mm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0.310mmを超えると、セル隔壁が厚くなり、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。

[0087] 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。

[0088] 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透過しにくくなり、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。気孔径および気孔率は、水銀圧入法にて接触角を 130° 、表面張力を 485 mN/m の条件で測定する。

[0089] 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、 $8\sim 25\text{ }\mu\text{m}$ 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 $8\text{ }\mu\text{m}$ 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 $25\text{ }\mu\text{m}$ 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。

[0090] 本発明のハニカムフィルタは、複数のハニカム焼成体により構成されていてもよく、単一のハニカム焼成体からなるものであってもよい。ハニカム焼成体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、コーゼライト、ムライト、チタン酸アルミニウム等の酸化物セラミック、ケイ素含有炭化ケイ素等が挙げられる。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、熱伝導性率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60wt%以上含むケイ素含有炭化ケイ素が好ましい。

[0091] 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、 $31\sim 62\text{ 個/cm}^2$ ($200\sim 400\text{ 個/inch}^2$) であることが望ましい。

[0092] 本発明のハニカムフィルタ 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ことが望ましい。このように、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場合、ハニカム焼成体を接着する接着材層は、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。上記接着材層は、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、0.5～2.0 mm が好ましい。

[0093] 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、0.1～3.0 mm が好ましい。

[0094] 次に、本発明の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。

[0095] 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（FA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。

[0096] 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2および図3（a）、（b）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。

[0097] （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。

[0098] （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2および図3（a）、（b）に示す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、加熱により焼成され、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。

[0099] （4）上記工程により製造された1個のハニカム焼成体をそのままハニカムフィルタとして用いてもよいが、セラミック粉末として、炭化ケイ素を用いる場合には、複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されたものを用いることが望ましい。

この場合、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てな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。

[0100] 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。

[0101] 上記接着材ペーストに含まれる無機繊維および／またはウスカとしては、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および／また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。

[0102] 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。

[0103] (5) 次に、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。

[0104] (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。

[0105] (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。

[0106] 上記工程では、切削加工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、切削加工工程を省略することができる。

[0107] 以下、本発明の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、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しているので、排ガス排出セルの周囲にあるセル隔壁全体を完全に利用することができる。

[0108] (2) 本実施形態のハニカムフィルタでは、それぞれの排ガス導入セルの断面積が、それぞれの排ガス排出セルの断面積よりも小さいことに起因して、

(b) 排ガス導入セルの通過抵抗は、若干大きくなるが、この通過抵抗により排ガス導入セルに流れ込む排ガスの流速が低下するとともに均一化し、排ガスがハニカムフィルタのセルの長手方向に対して広い範囲のセル隔壁を透過して排ガス排出セルに流れ込むようになる。また、それぞれの排ガス排出セルの断面積は、それぞれの排ガス導入セルの断面積よりも大きいので、(e) 排ガス排出セルの通過抵抗、および、(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の低減効果が大きく、その結果、従来のハニカムフィルタに比べて圧力損失を低くすることができる。

[0109] (3) 本実施形態のハニカムフィルタでは、排ガス導入セル12のそれぞれ

の断面積は、いずれも同じで、排ガス導入セル 1 2 の個数が排ガス排出セル 1 1 の個数の 4 倍と多い。その結果、より初期の段階から P M が均一に堆積するように、すなわち、排ガスが初期の段階からより多くのセル隔壁を透過しやすくなるため、初期の圧力損失を低減できる。

[0110] (4) また、本実施形態のハニカムフィルタでは、排ガス導入セル 1 2 のそれぞれの断面積は、いずれも同じで、排ガス導入セル 1 2 の個数が排ガス排出セル 1 1 の個数の 4 倍と多いため、排ガス導入セルの総容積は大きく、実質的な濾過面積を十分に大きくとることができ、排ガス導入セルを構成するセル隔壁に堆積する P M 層の厚さは薄く、(d) 堆積した P M 層を排ガスが透過する際に生じる透過抵抗は大きくならない。その結果、本発明のハニカムフィルタでは、初期において圧力損失が低く、P M が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することができる。

[0111] (5) 本実施形態のハニカムフィルタでは、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面の断面積を、上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面の断面積よりも大きくし、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと、該排ガス導入セルと交互に配置された上記排ガス排出セルとからなる構成とすることにより、外周壁に隣接する排ガス導入セルから断面積の大きい排ガス排出セルに排ガスがより流れやすくなり、外周壁に隣接する排ガス導入セルを区画するセル隔壁は勿論のこと、上記排ガス導入セルを区画する外周壁にも排ガスの透過が可能となり、実質的な濾過面積を最大限に大きくとることができ、初期において圧力損失がより低く、P M が堆積しても圧力損失がより上昇しにくいハニカムフィルタとすることができる。

[0112] (6) 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な断面に関し、上記排ガス導入セルをいずれも五角形、上記排ガス排出セルを正方形もしくは八角形とし、実質的な上記排ガス導入セルの個数と上記排ガス排出セルの個数との比を、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1 の割合とし、さらに、上記排ガス導入セルは、外周壁に隣接する排ガス導入セルを除いて同じ形状となるように構成することにより、初期から P M が限界に近い量

堆積するまでの全体にわたって、全ての排ガス導入セルに均一にPMが堆積する結果、排ガス導入セルに堆積するPM層の厚さが均一で薄くなり、圧力損失がより増大しにくい。また、PM燃焼後に排ガス導入セルに残留するアッシュがハニカムフィルタ内に均一に堆積しやすくなるため、アッシュ堆積後であっても、ハニカムフィルタ内により均一に排ガスが流入しやすくなり、アッシュ堆積後の圧力損失も低減することができる。

[0113] (7) 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な断面に関し、上記排ガス導入セルをいずれも五角形とし、上記排ガス排出セルを正方形もしくは八角形とすることにより、ハニカムフィルタを構成するハニカム焼成体の断面形状を設計しやすく、濾過面積がより広い排ガス導入セルを形成することができ、圧力損失がより低いハニカムフィルタとすることができる。

[0114] (8) 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、炭化ケイ素また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。

[0115] (9) 本発明のハニカムフィルタでは、上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を、全ての場所において等しくすることにより、排ガスがセル隔壁全体をより均一に透過しやすく、PMを均一に堆積させることができることから、圧力損失を低くすることができる。

[0116] (10) 本発明のハニカムフィルタでは、複数のハニカム焼成体が接着材層を介して接着されていると、再生時等において、接着材層が緩衝層となり、熱応力によりハニカムフィルタが破壊されるのを防止することができる。また、接着材層により機械的な強度を増加させることができる。

[0117] (11) 本発明のハニカムフィルタでは、セル隔壁の厚さを、0.075 mm～0.310 mmと薄くすることにより、排ガスのセル隔壁の透過抵抗を低減させることができ、圧力損失をより低下させることができる。

[0118] 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。

[0119] (実施例1)

平均粒子径 $22\ \mu\text{m}$ 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（日油社製 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%、および、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3（a）に示したハニカム焼成体10と同様の形状であって、セルの目封止をしていない生のハニカム成形体を作製した。

[0120] 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および排ガス出口側の端部が図3（a）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。

[0121] 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。

[0122] 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 $34.3\text{ mm} \times 34.3\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ 、単位面積当たりのセルの数（セル密度）が $345\text{ 個}/\text{inch}^2$ 、セル隔壁13の厚さが 0.25 mm の

炭化ケイ素焼結体からなる図3 (a)、(b)に示すハニカム焼成体10であった。

[0123] 作製したハニカム焼成体10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の周囲全体には排ガス導入セル12が隣接していた。

排ガス導入セル12、12Aの断面形状は、それぞれ隣り合う3つの90°の内角と、隣り合わない2つの135°の内角とを有する五角形からなり、排ガス導入セル12の断面形状を構成する辺12aの長さは0.700mmであり、辺12bの長さは、0.972mmであり、辺12dの長さは、0.687mmであり、排ガス導入セル12の断面積は、0.916mm²であった。また、外周壁17に隣接する排ガス導入セル12Aにおいて、辺12fの長さは、1.311mmであり、排ガス導入セル12の断面積は、1.510mm²であった。(図4参照)。

また、排ガス排出セル11の断面形状は、正方形であり、1辺11aの長さは、1.503mmであり、排ガス排出セル11の断面積は、2.259mm²であった。

[0124] なお、ハニカム焼成体10の四隅に位置する排ガス排出セル11Bに関し、断面積は、1.478mm²であった。

一方、排ガス排出セル11Aに関し、外周壁17に対して垂直な辺11Aaの長さは、1.237mmであった。

また、排ガス導入セル12によるハニカムフィルタの開口率は、39.9%であり、排ガス排出セルによるハニカムフィルタの開口率は、26.0%であった。

[0125] なお、ハニカム焼成体10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。

[0126] 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%、および、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。

[0127] 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。

[0128] 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。

排ガス導入セル12によるハニカムフィルタの開口率は、37.3%であり、排ガス排出セル11によるハニカムフィルタの開口率は、24.3%であった。

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。

[0129] (比較例1)

成形体の排ガス導入セルと排ガス排出セルとの断面形状のパターンを、図12(b)に示すパターンで、目封止されていないものと同様にしたほかは、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は、図12(b)に示す位置である。

その結果、排ガス入口側の端部および排ガス出口側の端部が図12(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12(a)、(b)に示すハニカム焼成体150を作製し、ハニカムフィルタ140を作製した。

[0130] 作製したハニカム焼成体150のセルの長手方向に垂直な断面に関し、排ガス導入セル152は、外周壁157に隣接する排ガス導入セル152A、152Bを除き、全て八角形であった。

排ガス排出セル 1 5 1 と対面している辺は縦横辺であり、その長さは 1. 1 1 mm であった。

他の排ガス導入セル 1 5 2、1 5 2 A、1 5 2 B と対面している辺は斜辺であり、その長さは 0. 2 7 mm であった。

排ガス排出セル 1 5 1、1 5 1 A は、全て正方形であり、排ガス排出セル 1 5 1、1 5 1 A の断面形状を構成する辺の長さは 0. 9 6 mm であった。

なお、四隅に位置する排ガス導入セル 1 5 2 B に関し、外周壁 1 5 7 と隣接する辺の長さは、1. 2 3 mm であり、縦横の辺の長さは、1. 0 4 mm であり、斜辺の長さは、0. 2 7 mm であり、断面積は、1. 4 8 mm² であった。

一方、排ガス導入セル 1 5 2 A に関し、外周壁 1 5 7 と隣接する辺の長さは、1. 4 9 mm であり、外周壁 1 5 7 と隣接する辺と平行な縦の辺の長さは、1. 1 1 mm であり、外周壁 1 5 7 と隣接する辺と直角に結合している横の辺の長さは、1. 0 4 mm であり、斜辺の長さは、0. 2 7 mm であり、断面積は、1. 7 9 mm² であった。

また、セル隔壁 1 5 3 の厚さは、0. 2 5 mm であり、外周壁 1 5 7 の厚さは、0. 3 5 mm であった。

[0131] 排ガス導入セル 1 5 2 の断面積は、2. 1 7 mm² であり、排ガス排出セル 1 5 1 の断面積は 0. 9 3 mm² であった。すなわち、排ガス導入セル 1 5 2 の断面積は、排ガス排出セル 1 5 1 の断面積よりも大きくなっていた。

[0132] (比較例 2)

セルの目封止を行う位置を図 1 1 に示す位置とした他は比較例 1 と同様にし、ハニカム焼成体およびハニカムフィルタを作製した。

[0133] 実施例 1 および比較例 1 ～ 2 で製造したハニカム焼成体について、図 5 に示したような圧力損失測定装置を用いて初期およびハニカム焼成体に 8 g / L の PM が堆積した時の圧力損失を測定した。なお、ハニカム焼成体への PM の堆積は別途ディーゼルエンジンを用いて行った。

[0134] (圧力損失の測定)

図5は、圧力損失測定装置を模式的に示す説明図である。

この圧力損失測定装置210は、送風機211と、送風機211に接続された排気ガス管212と、ハニカム焼成体10がその内部に固定配置された金属ケーシング213と、ハニカム焼成体10の前後の圧力を検出可能になるように配管が配設された圧力計214から構成されている。すなわち、この圧力損失測定装置210では、ガスをハニカム焼成体10の内部に流通させ、その前後の圧を測定することにより圧力損失を測定する。

そして、送風機211をガスの流量が $10\text{ m}^3/\text{h}$ になるように稼働させ、圧力損失を測定した。

[0135] 比較例1に係るハニカム焼成体では、初期およびPMが 8 g/L 堆積した時の圧力損失が、それぞれ 5.87 kPa 、 7.49 kPa であり、比較例2に係るハニカム焼成体では、それぞれ 4.02 kPa 、 6.04 kPa であったのに対し、実施例1に係るハニカム焼成体では、初期およびPMが 8 g/L 堆積した時の圧力損失が、それぞれ 3.60 kPa 、 5.95 kPa と初期およびPM堆積時の圧力損失が比較例1および比較例2に比べて低くなっていた。

[0136] (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、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、外周に形成された外周壁とを備えたハニカム焼成体から構成されてなる。

[0137] また、上記外周壁に隣接するセル以外のセルに関し、上記排ガス排出セルの周囲全体に、上記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、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと上記排ガス排出セルとからなり、実質的な上記排ガス導入セルの個数と上記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1の割合であり、

上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面のそれぞれの断面積は、外周壁に隣接するセルを除いて、いずれも同じであり、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直な断面の断面積よりも小さい。

本実施形態における排ガス導入セルの断面形状は、いずれも五角形で同じ形状であり、排ガス排出セルの断面形状は、正方形の角部が面取りされ、八角形となっている。

[0138] なお、上記外周壁に隣接するセルは、上記排ガス導入セルと該排ガス導入セルと交互に配置された上記排ガス排出セルとからなる。

また、上記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、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り、上記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、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。

[0139] 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ハニカムフィルタと同様のハニカムフィルタであり、基本的なセルの形状および配置は、第一実施形態に係るハニカムフィルタと同様であるが、排ガス排出セルの断面形状が、正方形の角部が面取りされた形状で、八角形となっている点が第一実施形態に係るハニカムフィルタと異なる。

[0140] 図6（a）は、本発明の第二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を模式的に示す斜視図であり、図6（b）は、図6（a）に示したハニカム焼成体を示すB－B線断面図である。図7は、図6に示したハニカム焼成体の本発明の第二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。なお、ハニカムフィルタの構成は、ハニカム焼成体を構成する排ガス排出セルの形状が図6（a）、（b）に示した構成となっているほかは、ハニカムフィルタ20と同様であるので、ここでは、図面を省略する。

[0141] 図6（a）、（b）に示すハニカム焼成体30では、排ガス排出セル31の

断面形状が、正方形の角部が面取りされた形状で、八角形となっている点が異なるほかは、図3(a)に示すハニカムフィルタ20を構成するハニカム焼成体10と基本的に同様であり、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33を隔てて断面が五角形で、辺32a、32b、32c、32d、32eを有する排ガス導入セル32が8個隣接している(図7参照)。排ガス導入セル32の形状は、外周壁37に隣接するセルを除いていずれも同一であり、3つの90°の内角と、隣り合わない2つの135°の内角とを有する五角形であり、矩形と直角二等辺三角形とを足し合わせた形状となっている。また、排ガス排出セル31の断面を構成する1辺に隣接する2個の排ガス導入セル32の断面形状は、互いに反対の方向を向いており、直角二等辺三角形の直角部分が互いに対向するように4つの五角形が配置されている。なお、排ガス排出セル31も外周壁37に隣接するセルを除いて、同じ形状である。

[0142] この配置パターンを、図1(a)に示すように、4つの排ガス排出セル11の重心を結んだ四角形を1つのユニットとして考えると、このユニットは、その中心に直角二等辺三角形の直角部分に対向するように4つの排ガス導入セル12が配置され、十字形状となっており、上記四角形の四隅の空いた部分に、1/4に分割された排ガス排出セル11が4つ配置されている。従って、排ガス導入セル12の個数が排ガス排出セル11の個数の4倍である。なお、排ガス導入セル12のそれぞれの断面積は、いずれも同じである。

[0143] 外周壁37に関し、外周壁37は、第一実施形態に係るハニカムフィルタ20と同様に構成されている。

[0144] また、外周壁37に隣接するセルに関し、図7に示すように、排ガス導入セル32Aと排ガス排出セル31Aとは交互に配置されており、排ガス導入セル32Aは、五角形であるが、外周壁37に隣接していない排ガス導入セル32と比べると、矩形の部分の面積が増加している。一方、外周壁32に隣接する排ガス排出セル31Aの面積は、外周壁37に隣接していない排ガス排出セル31と同一の形状であり、その面積も同一である。

[0145] 外周壁 37 に隣接する排ガス排出セル 31A の面積は、外周壁 37 に隣接する排ガス排出セル 31A 以外の排ガス排出セル 31 の面積の 65～90% であることが望ましく、70～85% であることがより望ましい。

また、外周壁 37 に隣接する排ガス導入セル 32A の面積は、外周壁 37 に隣接する排ガス導入セル 32A 以外の排ガス導入セル 32 の面積の 130～200% であることが望ましく、150～180% であることがより望ましい。

[0146] ハニカム焼成体 30 の角部に存在する排ガス排出セル 31B も、他の排ガス排出セル 31 と同様の形状である。

[0147] 本実施形態のハニカムフィルタは、上述したように、それぞれの排ガス導入セル 32 の断面積が、それぞれの排ガス排出セル 31 の断面積よりも小さいことに起因して、排ガス導入セル 32 の通過抵抗は、若干大きくなるが、この通過抵抗により排ガス導入セル 32 に流れ込む排ガスの流速が低下するとともに均一化し、排ガスがハニカムフィルタのセルの長手方向に対して広い範囲のセル隔壁 33 を透過して排ガス排出セル 31 に流れ込むようになる。また、排ガス導入セル 32 によるハニカムフィルタの開口率が排ガス排出セル 31 によるハニカムフィルタの開口率よりも大きく、それぞれの排ガス排出セル 31 の断面積は、それぞれの排ガス導入セル 32 の断面積よりも大きいので、(e) 排ガス排出セル 31 の通過抵抗、および、(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の低減効果が大きく、その結果、従来のハニカムフィルタ 90 に比べて圧力損失を低くすることができる。

[0148] また、排ガス排出セル 31 の断面形状は、八角形となっているので、(e) 排ガス排出セル 31 の通過抵抗、および (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第一実施形態に係るハニカムフィルタ 20 よりもさらに低減される。

また、排ガス排出セル 31 の面取り形状となっている部分では、セル隔壁 33 の厚さが厚くなっているため、ハニカム焼成体の機械的強度が増加し、堆積した PM を燃焼させる際に熱応力が作用しても、クラックが発生しにくい

。

[0149] 排ガス排出セル 3 1 の断面形状に関し、排ガス排出セル 3 1 の頂点部分は、面取りされた八角形の形状となっており、排ガス排出セル 3 1 は、下記の（１）式で表される面取り率 R が 50～100%であることが望ましい。

$$\text{面取り率 } R (\%) = (\beta / \alpha) \times 100 \cdots (1)$$

（但し、上記（１）式において、 α はセルの長手方向に垂直な断面における排ガス排出セル 3 1 の１辺 3 1 aの長さをさし、 β はセルの長手方向に垂直な断面における排ガス排出セル 3 1 の１辺のうち面取りされている部分の長さをさす。）

[0150] 図 7 により、本実施形態の面取り率 R について説明すると、排ガス排出セル 3 1 の断面は、面取りされることにより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、面取りされている部分（斜辺、図 7 において、3 1 bで示す）の長さが全て等しく、排ガス排出セル 3 1 の１辺（縦横の辺、図 7 において、3 1 aで示す）の長さが全て等しい形状の八角形である。また、上記八角形は、４つの斜辺と４つの縦横の辺とが交互に配置された形状となっており、斜辺と縦横の辺とのなす角度が 135° である。

。

この場合、上記面取り率 R は、下記の（２）式により表すことができる。

$$\text{面取り率 } R (\%) = (\text{斜辺 } 3 1 b \text{ の長さ} / \text{縦横の辺 } 3 1 a \text{ の長さ}) \times 100 \cdots (2)$$

となり、その値の範囲としては、50～100%であることが望ましい。

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、四角形が面取りされた部分の辺を斜辺と表現し、斜辺以外の辺を、縦横の辺ということにする。

[0151] また、本実施形態のハニカムフィルタでは、初期においては、排ガス導入セル 3 2 と排ガス排出セル 3 1 とを隔てる排ガス導入セル 3 2 側のセル隔壁 3 3 に主に PM 堆積層が形成されるが、ごく短い期間の後、排ガスは、排ガス導入セル 3 2 同士を隔てるセル隔壁 3 3 にも入った後、該セル隔壁 3 3 を透

過して排ガス排出セル 3 1 に入るようになり、排ガス導入セル 3 2 同士を隔てるセル隔壁 3 3 にも次第に P M が堆積し、結果的には、排ガス導入セル 3 2 を構成するセル隔壁 3 3 の全体にほぼ均一に P M が堆積する。本発明では、より初期の段階から P M が均一に堆積するように、すなわち、排ガスが初期の段階からより多くのセル隔壁 3 3 を透過しやすくなるため、初期の圧力損失を低減できる。

[0152] また、排ガス導入セル 1 2 のそれぞれの断面積は、いずれも同じで、排ガス導入セル 1 2 の個数が排ガス排出セル 1 1 の個数の 4 倍と多いので、実質的な濾過面積を十分に大きくとることができ、排ガス導入セル 3 2 を構成するセル隔壁 3 3 に堆積する P M 層の厚さは薄く、(d) 堆積した P M 層を排ガスが透過する際に生じる透過抵抗は大きくならない。その結果、本発明のハニカムフィルタでは、初期において圧力損失が低く、P M が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することができる。

[0153] 本実施形態に係るハニカムフィルタでは、上記効果に加え、外周壁 3 7 及び外周壁 3 7 に隣接する排ガス排出セル 3 1 及び排ガス導入セル 3 2 を上記のように構成することにより、外周壁 3 7 によりハニカム焼成体 3 0 の強度が向上すると共に、ハニカム焼成体 3 0 における排ガス排出セル 3 1 と排ガス導入セル 3 2 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り、外周壁 3 7 近傍においても、排ガス導入セル 3 2 に排ガスがスムーズに流れ込み、セル隔壁 3 3 および外周壁 3 7 がフィルタとしての機能を果たすため、圧力損失をさらに低減させることができる。

[0154] 図 6 (a)、(b) に示すハニカム焼成体を有する本実施形態のハニカムフィルタにおいて、それぞれの排ガス排出セル 3 1 の断面積に対するそれぞれの排ガス導入セル 3 2 の断面積の割合 (%) は、30～50% が好ましく、35～45% がより好ましい。

[0155] 第二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セル隔壁の厚さ、上記セル隔壁の気孔率は、上記セル隔壁に含まれる気孔の平均気孔径は、第一実施形態のハニカムフィルタと同様であることが好ましい。

[0156] 第二実施形態に係るハニカムフィルタは、複数のハニカム焼成体により構成されていてもよく、単一のハニカム焼成体からなるものであってもよい。ハニカム焼成体の構成材料は、第一実施形態に係るハニカム焼成体の構成材料と同じであることが望ましく、ハニカム焼成体30の断面におけるセルの単位面積あたりの数も、第一実施形態に係るハニカム焼成体と同様であることが望ましい。

[0157] 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。

[0158] 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。

[0159] 本実施形態に係るハニカムフィルタは、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と同様であるので、第一実施形態に記載した(1)～(11)の作用・効果と同様の作用・効果を奏することができ、さらに、排ガス排出セルの断面形状が、八角形となっているので、(e)排ガス排出セルの通過抵抗、および(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第一実施形態に係るハニカムフィルタ20よりもさらに低減される。

また、排ガス排出セル31の面取り形状となっている部分では、セル隔壁の厚さが厚くなっているため、ハニカム焼成体の機械的強度が増加し、堆積したPMを燃焼させる際に熱応力が作用しても、クラックが発生しにくいという効果を奏する。

符号の説明

[0160] 10、30 ハニカム焼成体

20 ハニカムフィルタ

11、11A、11B、31、31A、31B 排ガス排出セル

1 1 a、1 1 A a、3 1 a、3 1 b 辺（排ガス排出セルの辺）

1 2、1 2 A、3 2、3 2 A 排ガス導入セル

1 2 a、1 2 b、1 2 c、1 2 d、1 2 e、1 2 f、3 2 a、3 2 b、3 2 c、3 2 d、3 2 e 辺（排ガス導入セルの辺）

1 3、1 3 a、1 3 b、1 3 c、3 3 セル隔壁

1 5 接着材層

1 6 外周コート層

1 7、3 7 外周壁

1 8 セラミックブロック

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、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、外周に形成された外周壁とを備えたハニカム焼成体から構成されてなるハニカムフィルタであって、
- 前記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、目封止部分を除き排ガス入口側の端部から前記排ガス出口側の端部に掛けて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じであり、
- 前記排ガス排出セルの長手方向に垂直方向の断面の形状は、目封止部分を除き排ガス入口側の端部から前記排ガス出口側の端部に掛けて、それぞれのセルにおける全ての場所において同じであり、
- 前記外周壁に隣接するセルを除き、前記排ガス排出セルの周囲全体に、前記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、
- 前記外周壁に隣接するセルは、前記排ガス導入セルと前記排ガス排出セルとからなり、
- 実質的な前記排ガス導入セルの個数と前記排ガス排出セルの個数との比は、排ガス導入セル：排ガス排出セル＝4：1の割合であり、
- 前記排ガス導入セルの長手方向に垂直方向の断面のそれぞれの断面積は、外周壁に隣接するセルを除いて、いずれも同じであり、前記排ガス排出セルの長手方向に垂直な断面の断面積よりも小さいことを特徴とするハニカムフィルタ。
- [請求項2] 前記ハニカムフィルタのセルの長手方向に垂直な断面において、4つの隣り合う排ガス排出セルの重心を結んだ四角形の中に、4つ分の排ガス導入セルと1つ分の排ガス排出セルとを含んでいることを特徴とする請求項1に記載のハニカムフィルタ。

- [請求項3] 前記外周壁に隣接するセルは、前記排ガス導入セルと、該排ガス導入セルと交互に配置された前記排ガス排出セルとからなる請求項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、
前記排ガス導入セルは、いずれも五角形であり、前記排ガス排出セルは、正方形もしくは八角形である請求項1～3のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項5] セルの長手方向に垂直な断面に関し、
前記排ガス導入セルは、3つの90°の角と、隣り合わない2つの135°の角からなる五角形であり、前記排ガス排出セルは正方形であり、
前記排ガス排出セルの周囲に8つの前記排ガス導入セルが配置されている請求項4に記載のハニカムフィルタ。
- [請求項6] 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4または5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、
前記セルの頂点部分は、面取りされた形状となっており、
前記セルは、
下記(1)式で表される面取り率Rが50～100%である請求項1～5のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
$$\text{面取り率 } R (\%) = (\beta / \alpha) \times 100 \cdots (1)$$

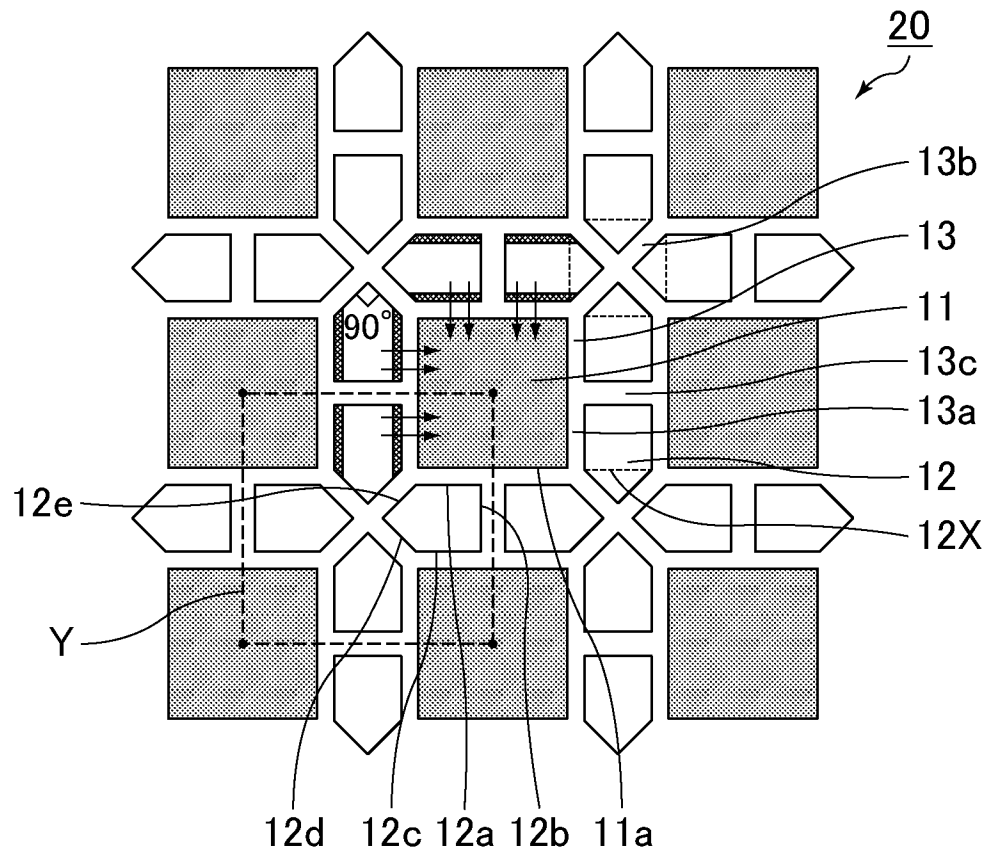
(但し、上記(1)式において、 α はセルの長手方向に垂直な断面におけるセルの1辺の長さをさし、 β はセルの長手方向に垂直な断面におけるセルの1辺のうち面取りされている部分の長さをさす。)
- [請求項8] 前記外周壁は、角部を有し、該角部以外の外周壁の厚さが均一になるように、セルの長手方向に垂直な断面における前記外周壁に接する排ガス導入セルおよび排ガス排出セルの前記外周壁に接する辺は、前記外周壁の外壁をなす辺と平行かつ直線的に形成されている請求項1～

5のいずれかに記載のハニカムフィルタ。

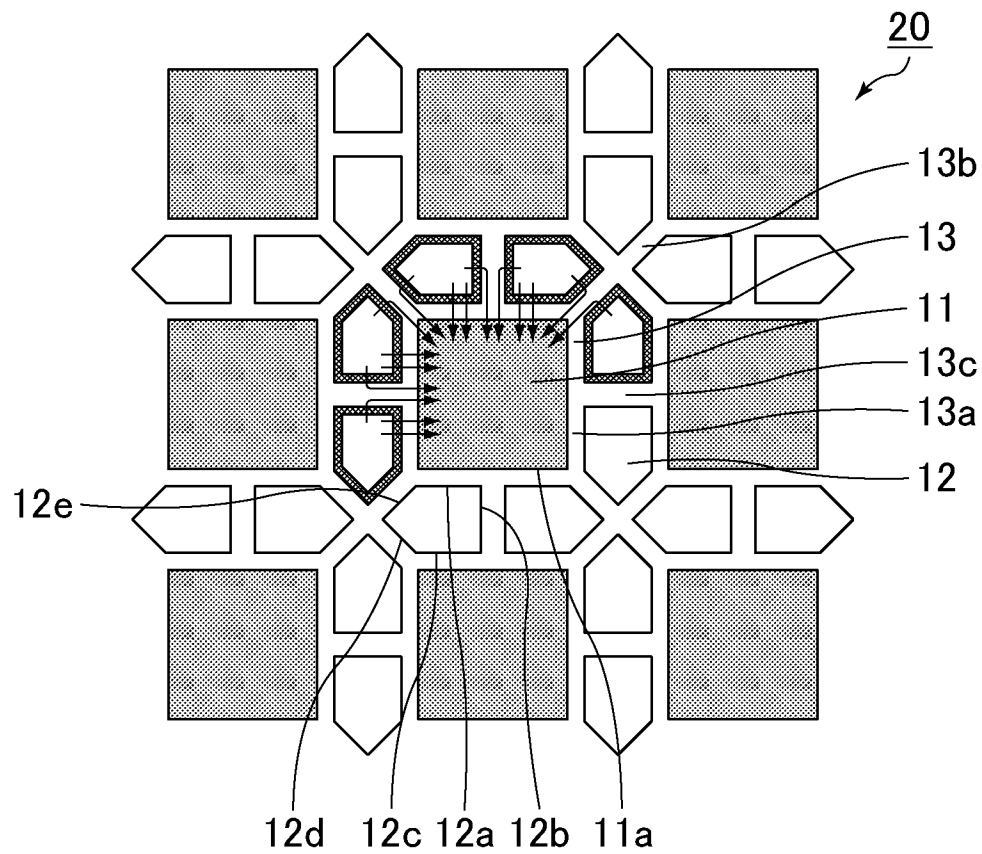
- [請求項9] 複数の前記ハニカム焼成体が接着材層を介して接着されることにより形成されており、前記排ガス導入セルの個数は、排ガス排出セルの個数の3.2～4.0倍である請求項1～8のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項10] セル隔壁の厚さは、0.075mm～0.310mmである請求項1～9いずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項11] 前記セル隔壁の気孔率は、40～65%である請求項1～10のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項12] 前記ハニカム焼成体は、炭化ケイ素、または、ケイ素含有炭化ケイ素からなる請求項1～11のいずれかに記載のハニカムフィルタ。
- [請求項13] 外周には、外周コート層が形成されている請求項1～12のいずれかに記載のハニカムフィルタ。

[図1]

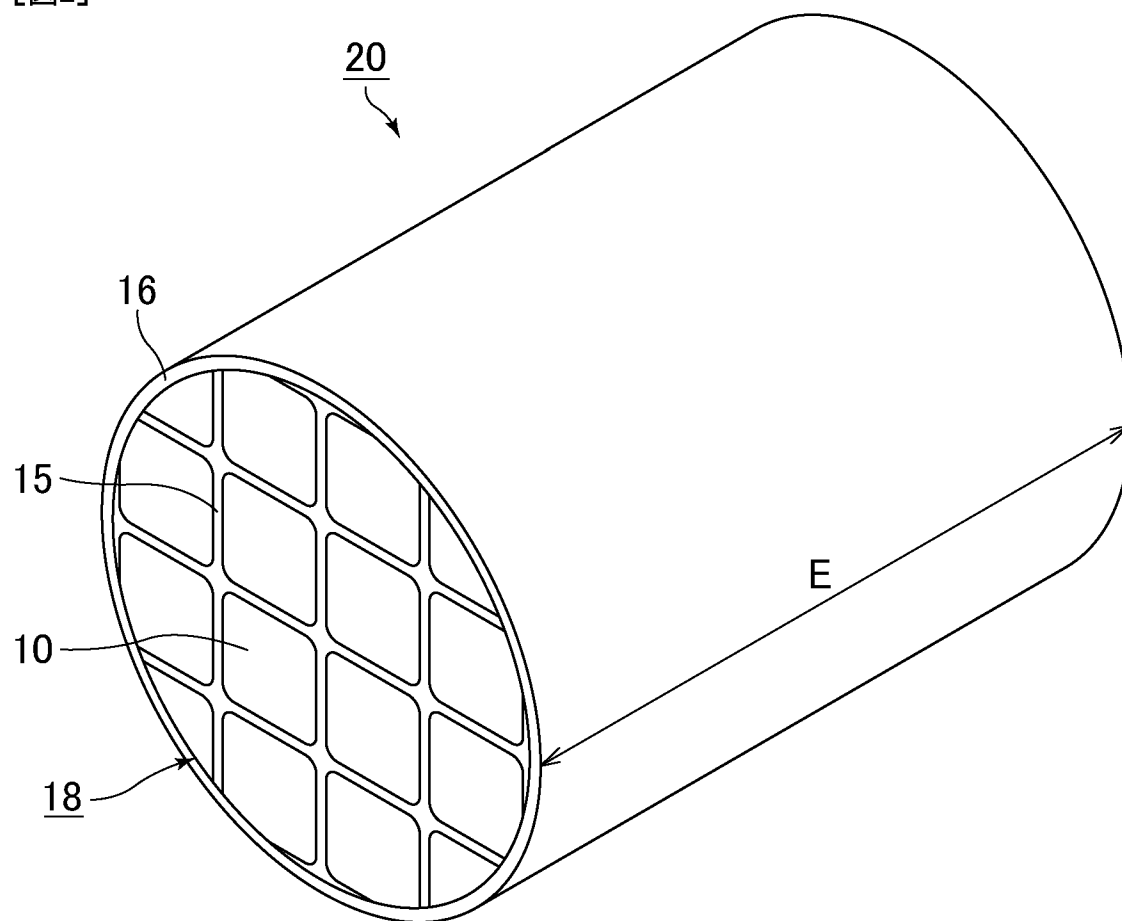
(a)



(b)

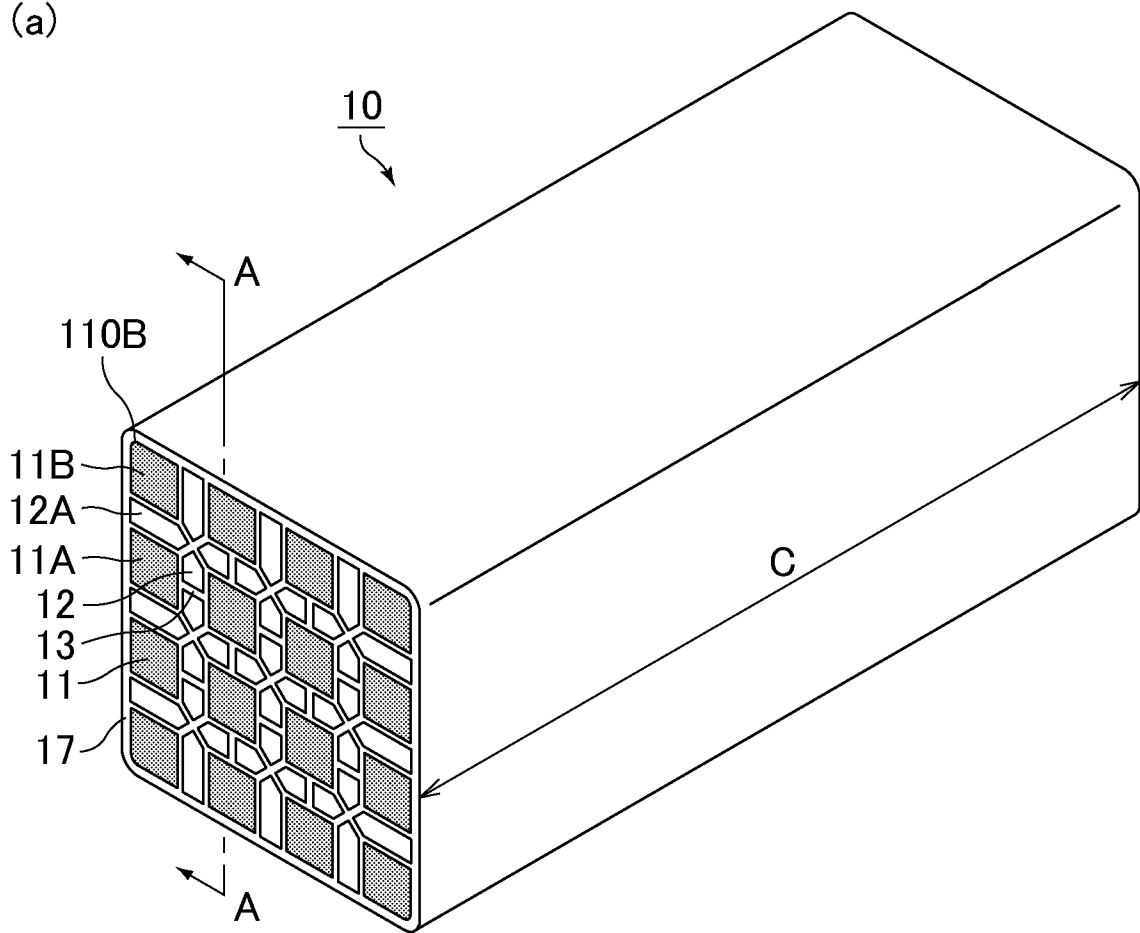


[図2]

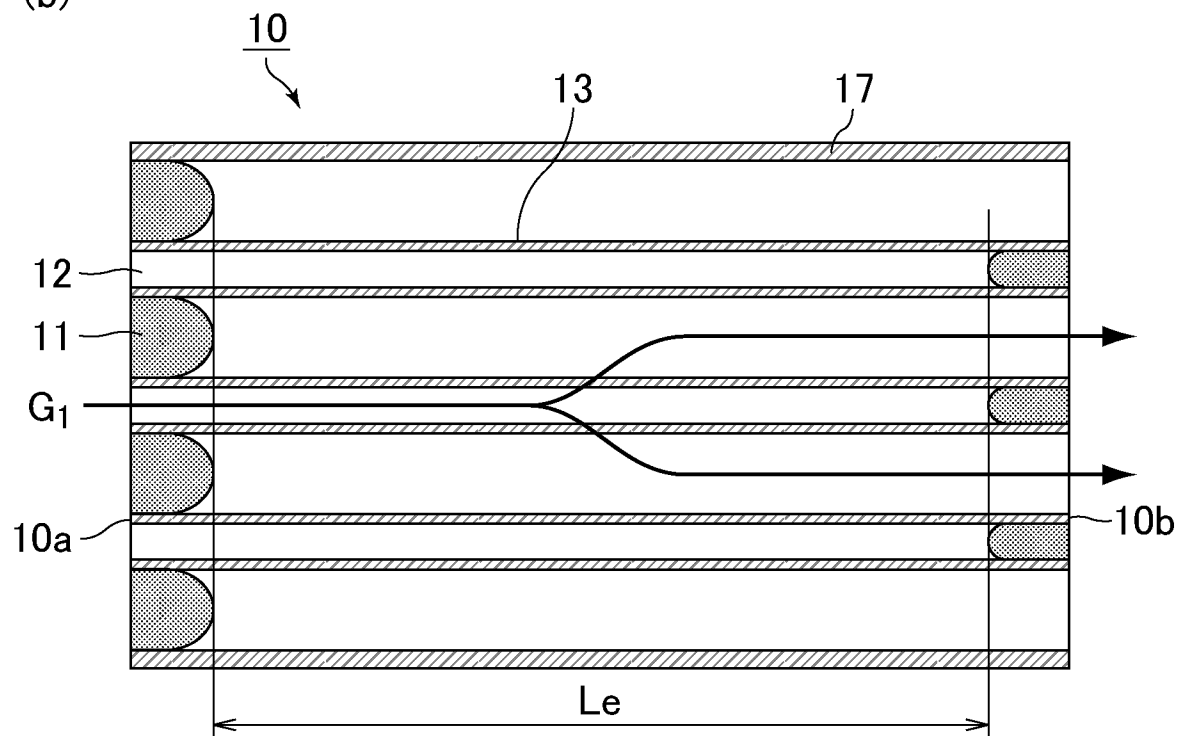


[図3]

(a)

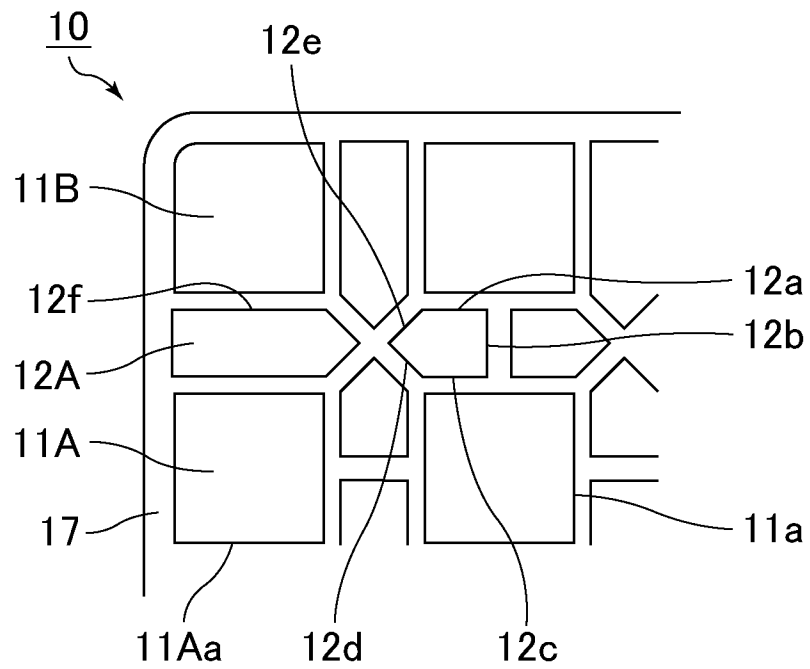


(b)

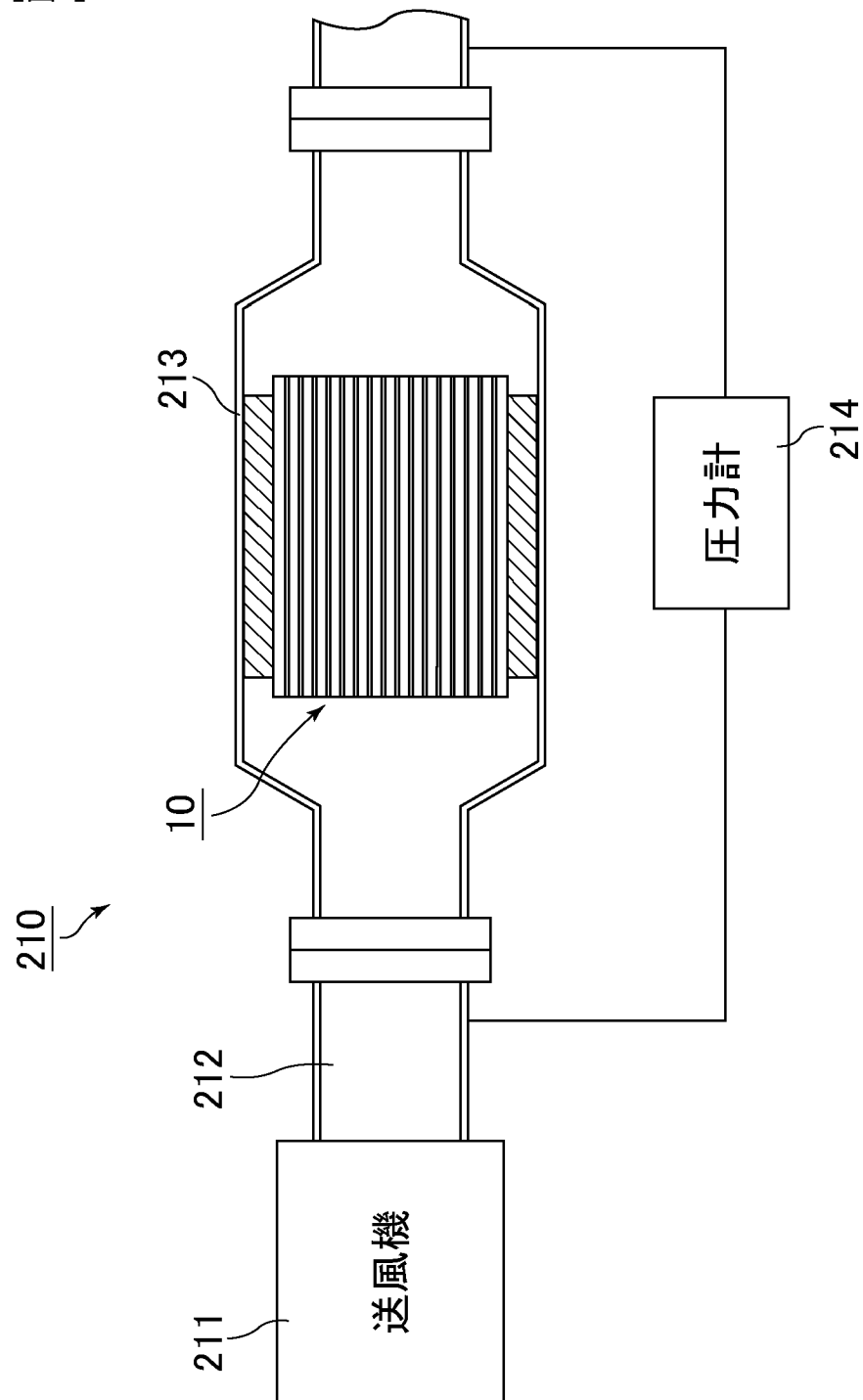


A-A線断面図

[図4]

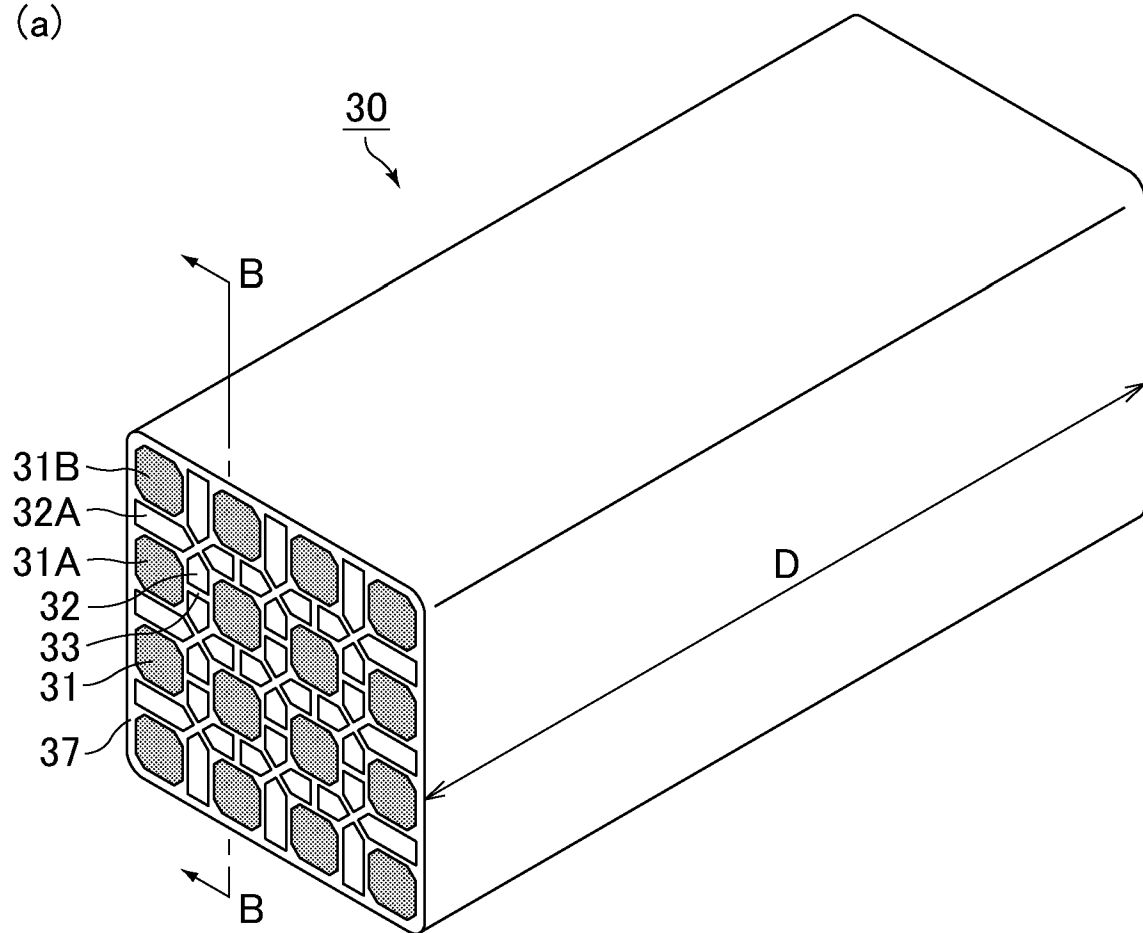


[図5]

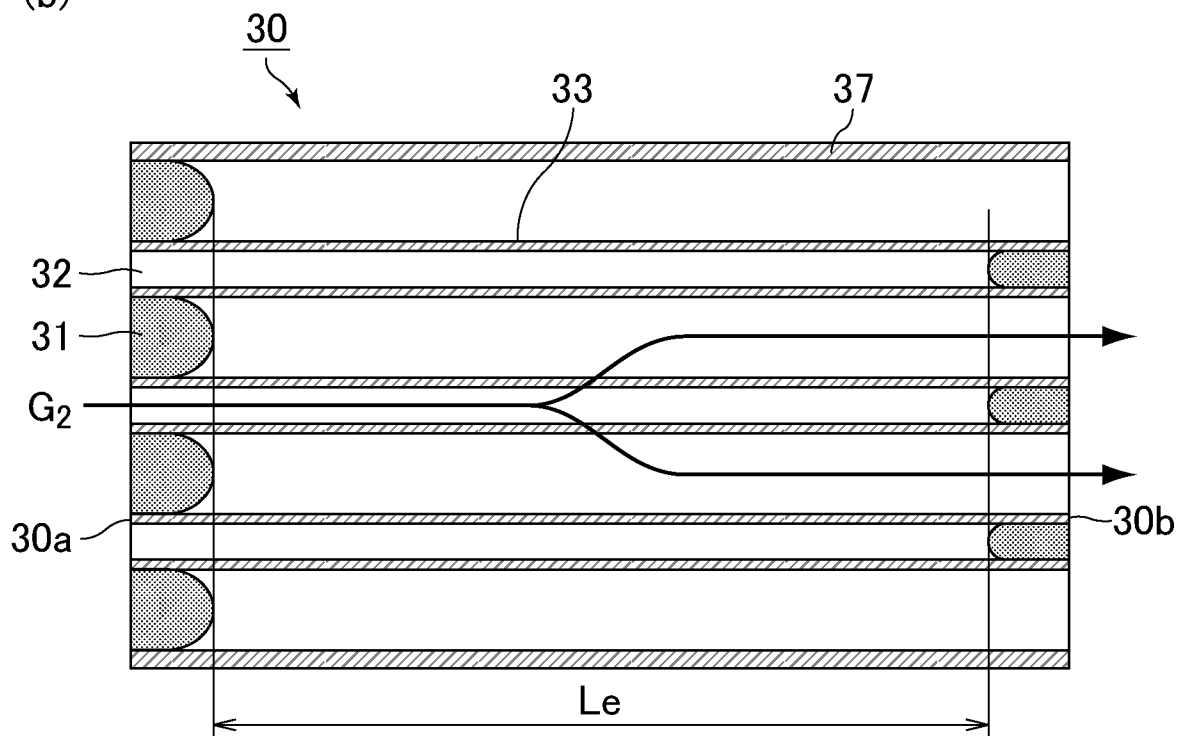


[図6]

(a)

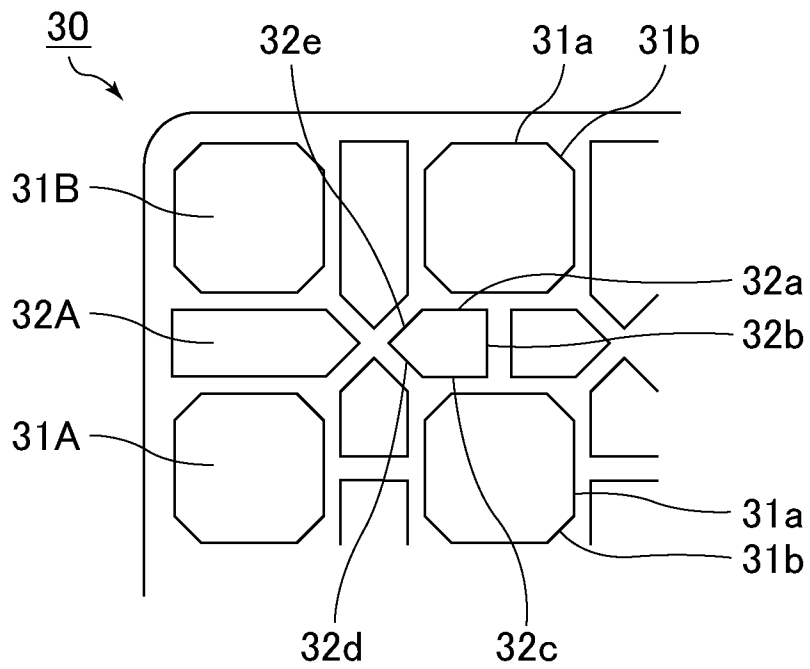


(b)



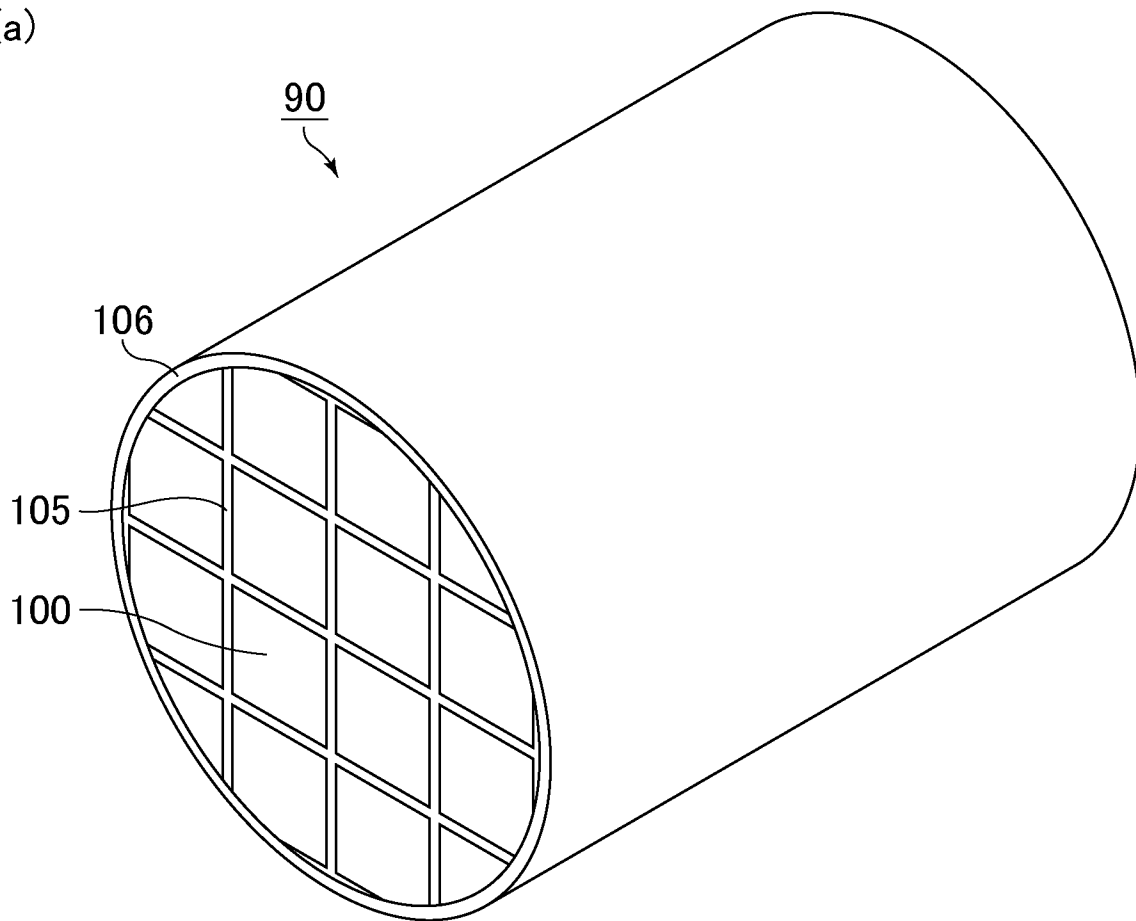
B-B線断面図

[図7]

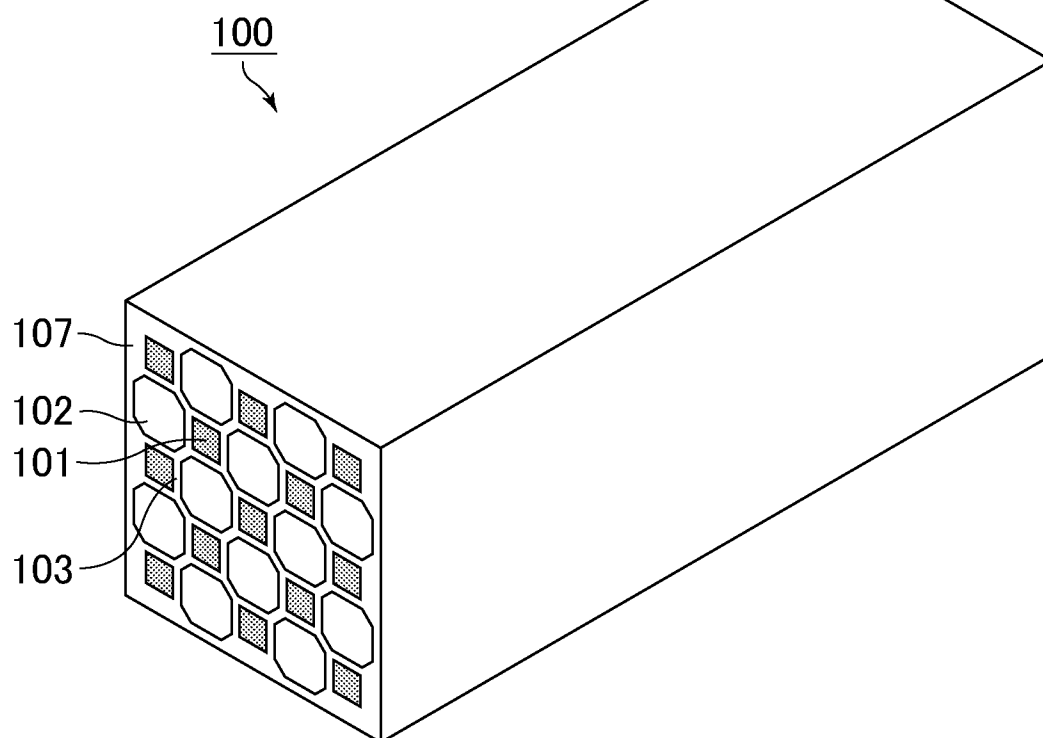


[図8]

(a)

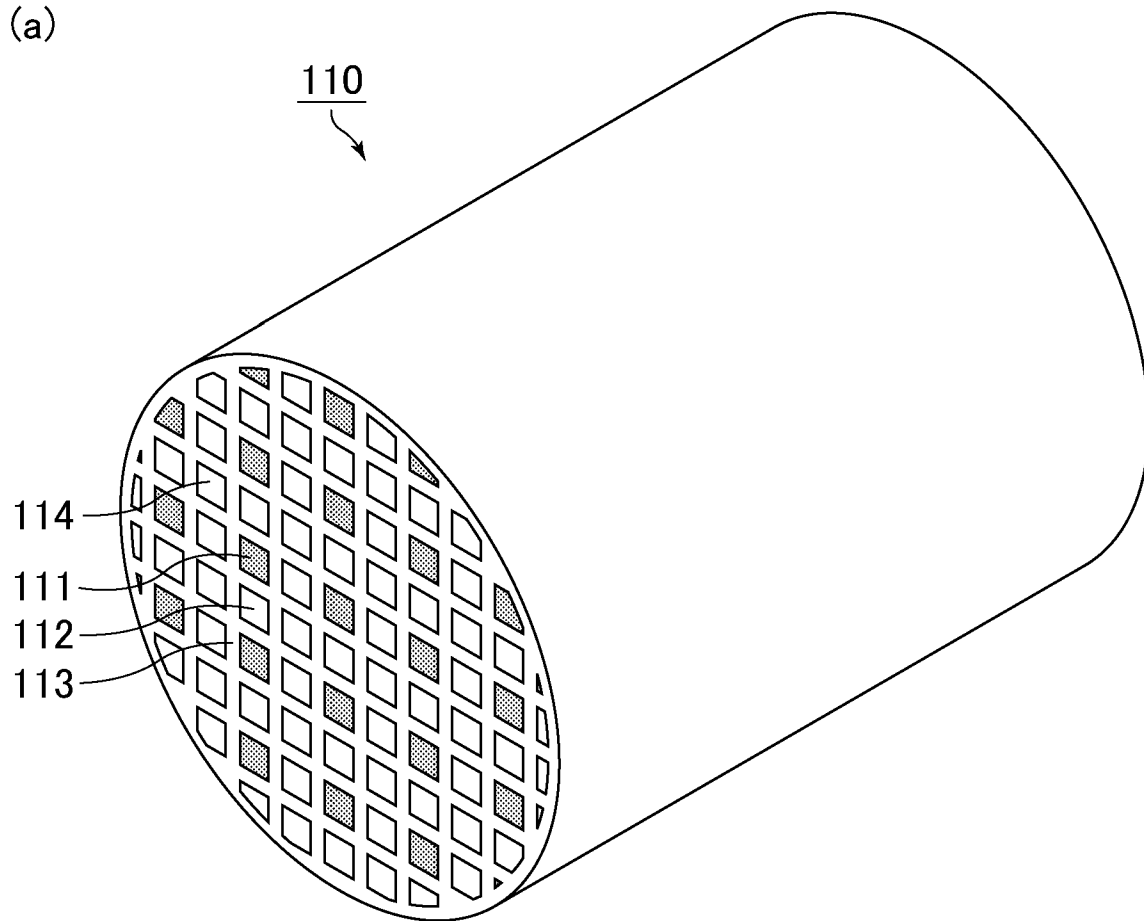


(b)

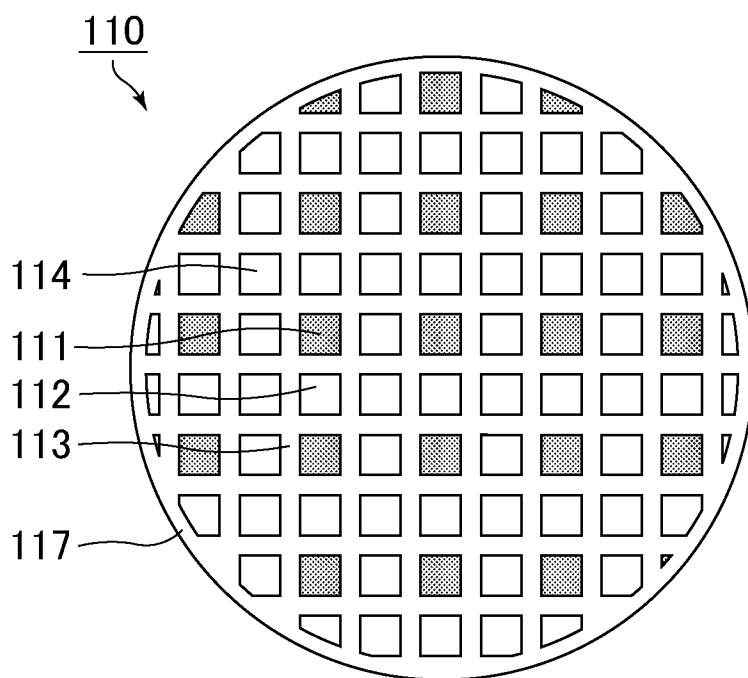


[図9]

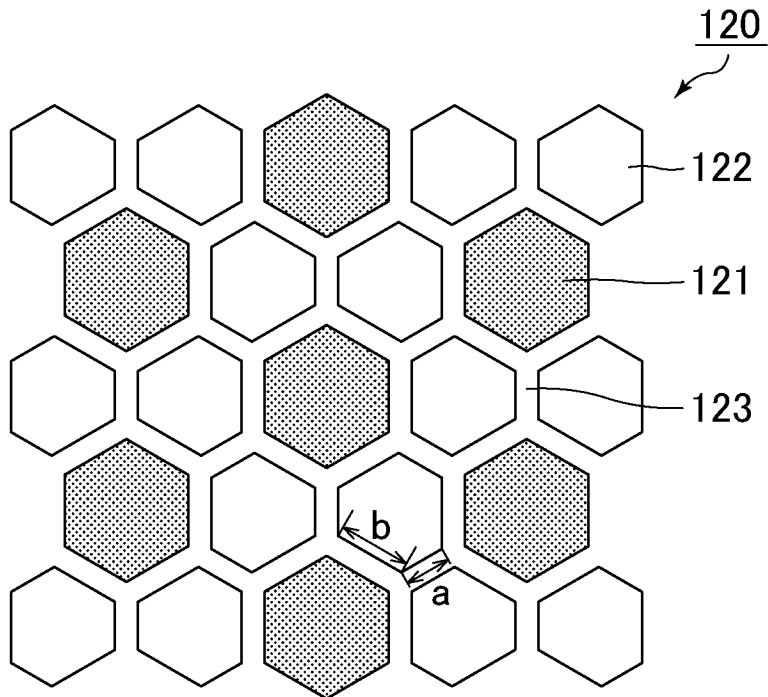
(a)



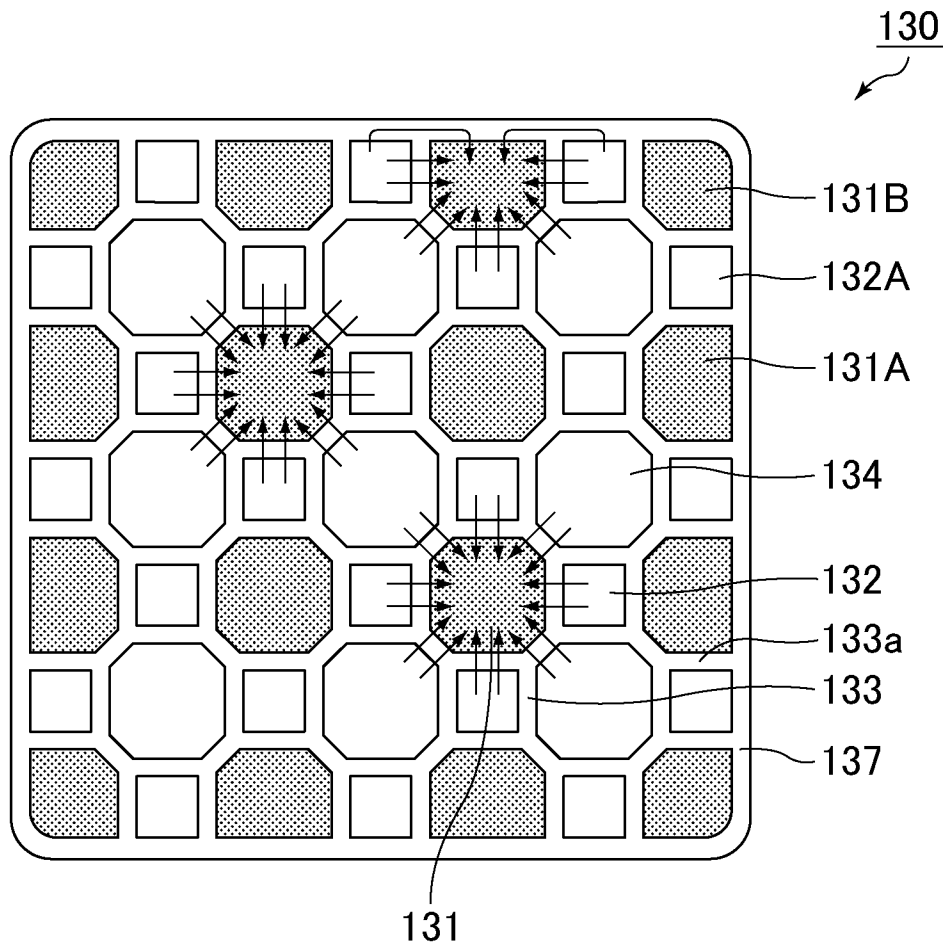
(b)



[図10]

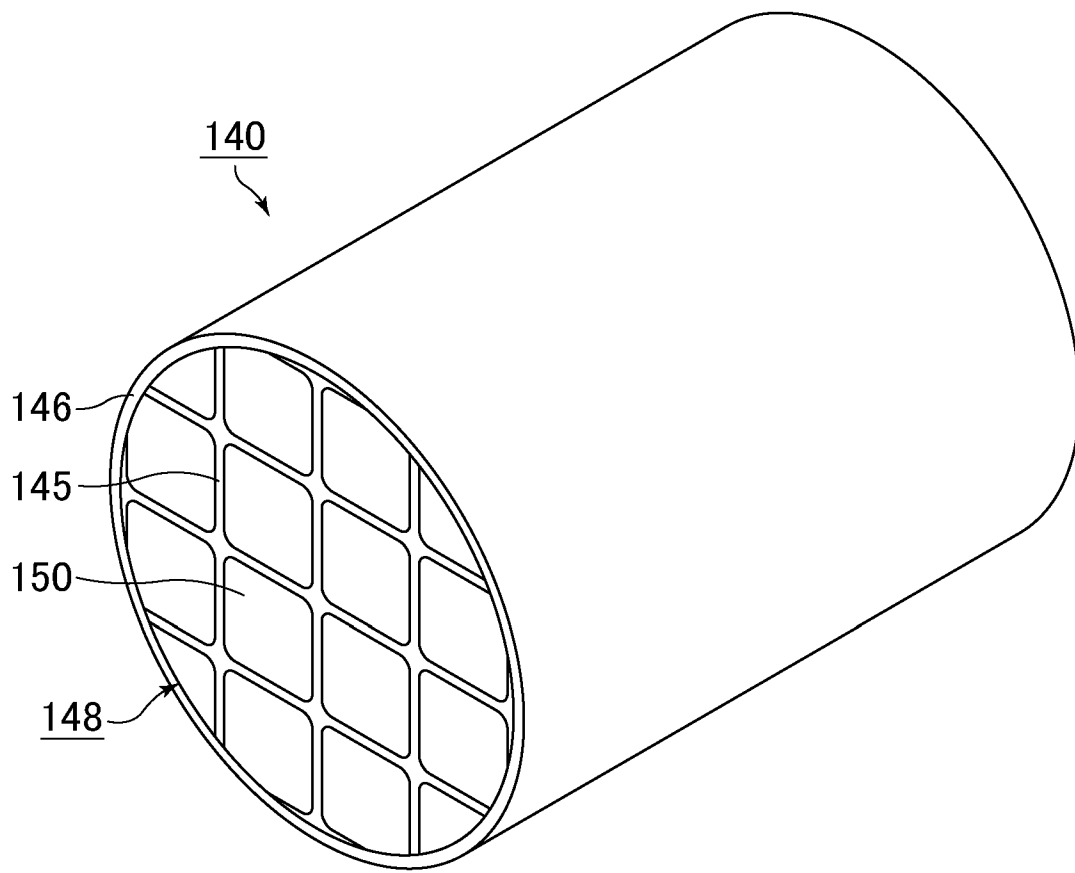


[図11]

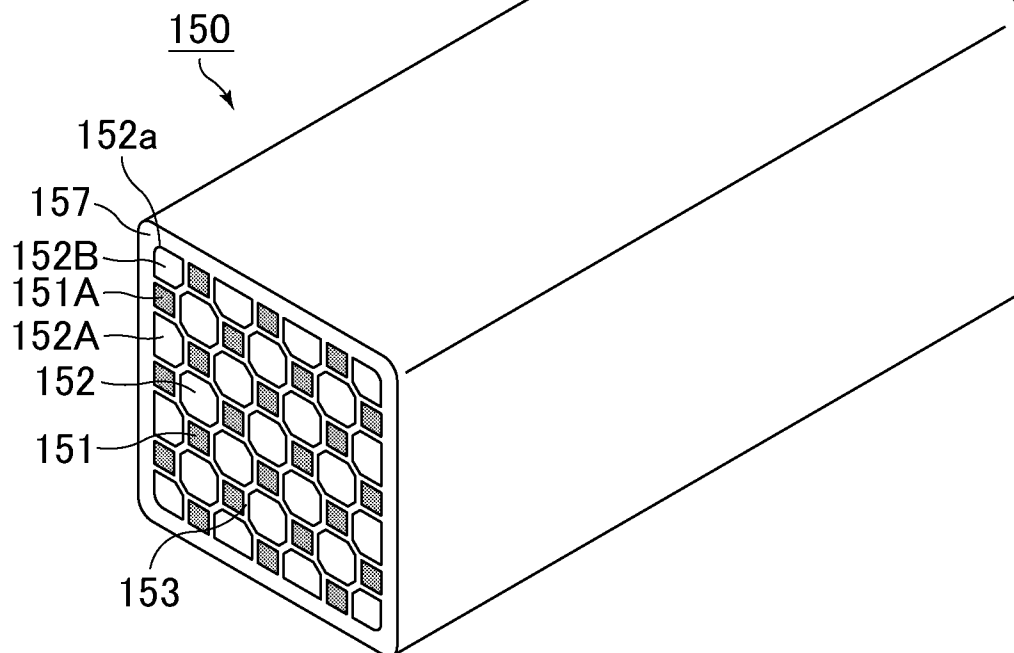


[図12]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D39/20(2006.01)i, B01D46/00(2006.01)i, C04B38/00(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, C04B38/00, 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 1996-2015

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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.
Y A	JP 58-196820 A (Corning Glass Works), 16 November 1983 (16.11.1983), claims 1 to 4, 7, 14, 15, 17, 18; page 3, upper right column, line 2 to lower right column, line 20; page 5, upper left column, line 16 to page 10, upper left column, line 14; page 10, lower left column, line 7 to lower right column, line 6; fig. 1a to 18 & US 4417908 A column 4, line 62 to column 9, line 48 & EP 89751 A1 & CA 1188233 A	1-4, 6, 8-13 5, 7

☒ 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

"I" 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
06 October 2015 (06.10.15)Date of mailing of the international search report
20 October 2015 (20.10.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070545

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2014-50793 A (NGK Insulators, Ltd.), 20 March 2014 (20.03.2014), claims 1, 7, 8; paragraphs [0001] to [0004], [0012], [0018], [0019], [0026] to [0082]; fig. 1, 2, 9B, 10, 11A & US 2014/0059987 A1 paragraphs [0050] to [0111] & EP 2705891 A1	1-4, 6, 8-13 5, 7
A	JP 2010-53697 A (Denso Corp.), 11 March 2010 (11.03.2010), claims 1 to 3; paragraphs [0001], [0008] to [0013], [0018], [0019], [0024] to [0043]; fig. 1 to 17 (Family: none)	1-13
A	JP 2014-28327 A (Meidensha Corp.), 13 February 2014 (13.02.2014), claims 1, 2; paragraphs [0001] to [0004], [0017], [0018], [0023], [0025], [0026], [0028], [0037] to [0039]; fig. 2, 3, 10 to 12 (Family: none)	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070545

Range to be covered by this search:

Concerning "that the substantial ratio of the number of exhaust gas intake cells and the number of the exhaust gas discharge cells is..." as specified in claim 1, the description "substantial" makes a specific range ambiguous, and it is not clearly stated what is meant by "substantial."

Note that the description "substantial" as specified in claim 1 was read for "excluding the portion of cells that are adjacent to the outer circumferential wall," by referring to the description in paragraph [0022] of the specification, in order to determine novelty and inventive step.

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, C04B38/00(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, C04B38/00, 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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y A	JP 58-196820 A（コーニング・グラス・ワークス）1983.11.16, 特許請求の範囲（1）～（4）、（7）、（14）、（15）、（17）、（18）、第3頁右上欄第2行～右下欄第20行、第5頁左上欄第16行～第10頁左上欄第14行、第10頁左下欄第7行～右下欄第6行、第1a図～第18図 & US 4417908 A 第4欄第62行～第9欄第48行 & EP 89751 A1 & CA 1188233 A	1 - 4, 6, 8 - 13 5, 7

☒ 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 6 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 0 . 1 0 . 2 0 1 5

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100-8915

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）

増田 健司

4 Q

4 1 5 6

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2014-50793 A (日本碍子株式会社) 2014. 03. 20, [請求項 1]、[請求項 7]、[請求項 8]、[0 0 0 1] ~ [0 0 0 4]、[0 0 1 2]、[0 0 1 8]、[0 0 1 9]、[0 0 2 6] ~ [0 0 8 2]、[図 1]、[図 2]、[図 9 B]、[図 1 0]、[図 1 1 A] & US 2014/0059987 A1 [0050] ~ [0111] & EP 2705891 A1	1 - 4, 6, 8 - 1 3 5, 7
A	JP 2010-53697 A (株式会社デンソー) 2010. 03. 11, [請求項 1] ~ [請求項 3]、[0 0 0 1]、[0 0 0 8] ~ [0 0 1 3]、[0 0 1 8]、[0 0 1 9]、[0 0 2 4] ~ [0 0 4 3]、[図 1] ~ [図 1 7] (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 2014-28327 A (株式会社明電舎) 2014. 02. 13, [請求項 1]、[請求項 2]、[0 0 0 1] ~ [0 0 0 4]、[0 0 1 7]、[0 0 1 8]、[0 0 2 3]、[0 0 2 5]、[0 0 2 6]、[0 0 2 8]、[0 0 3 7] ~ [0 0 3 9]、[図 2]、[図 3]、[図 1 0] ~ [図 1 2] (ファミリーなし)	1 - 1 3

<調査の範囲について>

請求項1に記載の「実質的な前記排ガス導入セルの個数と前記排ガス排出セルの個数との比は、…」について、「実質的な」との記載は特定の範囲を不明確にする記載であり、何をもって「実質的な」としているのかが不明瞭である。

なお、上記請求項1における「実質的な」との記載は、明細書段落[0022]の記載を用いて、「外周壁に隣接するセルの部分を除いた」と読み替えて、新規性・進歩性の判断を行った。