

(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3月17日(17.03.2016)



(10) 国際公開番号

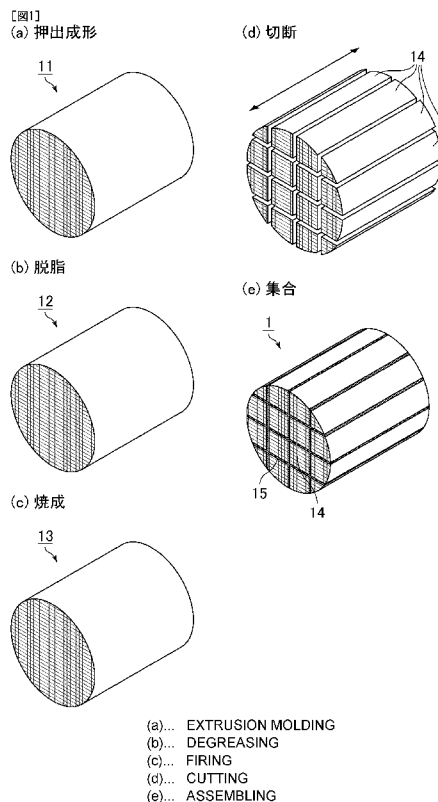
WO 2016/039331 A1

- (51) 国際特許分類:
C04B 38/00 (2006.01) C04B 37/00 (2006.01)
B01D 39/20 (2006.01) C04B 41/87 (2006.01)
B01D 46/00 (2006.01) F01N 3/022 (2006.01)
B01J 35/04 (2006.01) F01N 3/28 (2006.01)
B01J 37/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/075448
- (22) 国際出願日: 2015年9月8日(08.09.2015)
- (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 2014-182463 2014年9月8日(08.09.2014) 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: 尾久 和丈 (OGYU Kazutake); 〒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, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING HONEYCOMB STRUCTURE

(54) 発明の名称: ハニカム構造体の製造方法



(57) Abstract: Provided is a method for manufacturing a honeycomb structure such that it is possible to prevent cracks caused by contact between honeycomb units that constitute the honeycomb structure when manufacturing a honeycomb structure in which multiple honeycomb units are assembled. This method for manufacturing a honeycomb structure manufactures a honeycomb structure in which multiple honeycomb units are assembled, the honeycomb units comprising silicon carbide provided with multiple cells which are to be exhaust gas channels and porous cell partition walls that define the cells. This method for manufacturing a honeycomb structure comprises: an extrusion molding step of extrusion molding a ceramic feedstock including silicon carbide to form a honeycomb molding; a degreasing step of degreasing the honeycomb molding to form a honeycomb degreased body; a firing step of firing the honeycomb degreased body to form a monolithic honeycomb fired body; a cutting step of cutting the monolithic honeycomb fired body in a direction parallel to the longitudinal direction to form multiple honeycomb units; and an assembling step of assembling the multiple honeycomb units via adhesive layers to form a honeycomb structure. The honeycomb molding formed in the extrusion molding step has, in a cross section vertical to the longitudinal direction, cutting areas that are to be cut in the cutting step and functional areas other than the cutting areas.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/039331 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

複数のハニカムユニットが集合したハニカム構造体を製造する際に、ハニカム構造体を構成するハニカムユニット同士が接触することによりクラックが発生することを抑制することができるハニカム構造体の製造方法を提供する。本発明のハニカム構造体の製造方法は、排ガスの流路となる複数のセルと上記セルを区画形成する多孔質のセル隔壁とを備えた炭化ケイ素からなるハニカムユニットが複数個集合したハニカム構造体の製造方法であって、炭化ケイ素を含むセラミック原料を押出成形し、ハニカム成形体を作製する押出成形工程と、上記ハニカム成形体を脱脂し、ハニカム脱脂体を作製する脱脂工程と、上記ハニカム脱脂体を焼成し、モノリス型のハニカム焼成体を作製する焼成工程と、上記モノリス型のハニカム焼成体を長手方向に平行な方向に切断し、複数個のハニカムユニットを作製する切断工程と、上記複数個のハニカムユニットを接着材層を介して集合させ、ハニカム構造体を作製する集合工程とを含み、上記押出成形工程において作製された上記ハニカム成形体は、長手方向に垂直方向の断面において、上記切断工程において切断される切断領域と、上記切断領域以外の機能領域とを有することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： ハニカム構造体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ハニカム構造体の製造方法に関する。

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、パティキュレートマター（以下、PMともいう）が含まれており、近年、このPMが環境や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やHC、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や人体に及ぼす影響についても懸念されている。

[0003] そこで、排ガス中のPMを捕集したり、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、炭化ケイ素やコーージェライトなどの多孔質セラミックからなるハニカム構造体（排ガス処理体）と、ハニカム構造体を収容するケーシングと、ハニカム構造体とケーシングとの間に配設される保持シール材とから構成される排ガス浄化装置が種々提案されている。

[0004] 上記ハニカム構造体としては、例えば、主に酸化物系セラミックスを用いた一つのユニットのみから構成されるハニカム構造体、及び、主に非酸化セラミックスを用いた複数のユニットが集合して構成されるハニカム構造体等が知られている。

[0005] このような複数のハニカムユニットが集合したハニカム構造体の製造方法として、例えば特許文献1には、多数の貫通孔が隔壁を隔てて長手方向に並設された柱状の多孔質セラミック部材が接着剤層を介して複数個結束された、円柱形状、楕円柱形状又はこれらに近似した形状のハニカム構造体の製造方法であって、複数種類の多孔質セラミック部材を接着剤ペーストを介して組み合わせ、円柱形状、楕円柱形状又はこれらに近似した形状のセラミックブロックを作製するセラミックブロック作製工程を含むことを特徴とするハニカム構造体の製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-154718号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に開示されたハニカム構造体の製造方法では、複数種類のセラミック成形体を焼成して多孔質セラミック部材を製造した後、各多孔質セラミック部材を接着剤層を介して結束してハニカム構造体を製造している。上記セラミック成形体は、比較的小さな成形体であるため、焼成時に生じる熱膨張等も小さく、クラックが発生することがほとんどない。そのため、特許文献1に開示されたハニカム構造体の製造方法では、多孔質セラミック部材にクラックを発生させることなく大型のハニカム構造体を製造することができるという利点があるとされている。

[0008] しかし、特許文献1に開示されたハニカム構造体の製造方法では、セラミック成形体の焼成時にクラックが発生しにくいものの、多数の多孔質セラミック部材を作製するので、多孔質セラミック部材を移送する際や、組み立てる際に、多孔質セラミック部材同士が衝突しその衝撃でクラックが生じることがあった。

[0009] 本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、複数のハニカムユニットが集合したハニカム構造体を製造する際に、ハニカム構造体を構成するハニカムユニット同士が接触することによりクラックが発生することを抑制することができるハニカム構造体の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、本発明者らは鋭意検討を重ねた結果、モノリス型のハニカム焼成体を作製し、該ハニカム構造体を長手方向に平行な方向に切断し、複数個のハニカムユニットを作製し、該複数個のハニカムユニット

を接着材層を介して集合することによりハニカム構造体を製造することで、ハニカムユニット同士の接触を抑制し、接着材層の厚さを薄くすることができることを見出し本発明を完成させた。

[0011] すなわち、本発明のハニカム構造体の製造方法は、排ガスの流路となる複数のセルと上記セルを区画形成する多孔質のセル隔壁とを備えた炭化ケイ素からなるハニカムユニットが複数個集合したハニカム構造体の製造方法であって、炭化ケイ素を含むセラミック原料を押出成形し、ハニカム成形体を作製する押出成形工程と、上記ハニカム成形体を脱脂し、ハニカム脱脂体を作製する脱脂工程と、上記ハニカム脱脂体を焼成し、モノリス型のハニカム焼成体を作製する焼成工程と、上記モノリス型のハニカム焼成体を長手方向に平行な方向に切断し、複数個のハニカムユニットを作製する切断工程と、上記複数個のハニカムユニットを接着材層を介して集合させ、ハニカム構造体を作製する集合工程とを含み、上記押出成形工程において作製された上記ハニカム成形体は、長手方向に垂直方向の断面において、上記切断工程において切断される切断領域と、上記切断領域以外の機能領域とを有することを特徴とする。

[0012] 本発明のハニカム構造体の製造方法において、押出成形工程では、炭化ケイ素を含むセラミック原料を押出成形する。炭化ケイ素は、耐熱性に優れた材料であるので、本発明のハニカム構造体の製造方法により製造されるハニカム構造体は、耐熱性に優れる。

[0013] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、焼成工程においてモノリス型のハニカム焼成体を作製する。

通常、ハニカム構造体を製造する際には、複数のハニカムユニットを焼成した後、焼成されたハニカムユニットを搬送等して集合させる。この焼成されたハニカムユニットを搬送等する際に、ハニカムユニット同士が接触し、ハニカムユニットに損傷が生じることがある。このような損傷したハニカムユニットを用いてハニカム構造体を製造すると、製造されたハニカム構造体は、ガスが漏れやすくなる等の欠陥が生じる。

一方、本発明のハニカム構造体の製造方法では、モノリス型のハニカム焼成体を焼成した後、焼成されたモノリス型のハニカム焼成体を搬送等する。

モノリス型のハニカム焼成体の表面積は、同じ大きさのハニカム焼成体を構成する複数のハニカムユニットの総表面積よりも小さい。従って、モノリス型のハニカム焼成体の方が、複数のハニカムユニットよりも何かと接触する機会が少なくなる。

すなわち、モノリス型のハニカム焼成体は、何かと接触して破損する機会が少なくなる。そのため、本発明のハニカム構造体の製造方法では、製造されるハニカム構造体に欠陥が生じにくい。

[0014] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、切断工程においてモノリス型のハニカム焼成体を長手方向に平行な方向に切断する。

モノリス型のハニカム焼成体は、炭化ケイ素が焼結してなるので、非常に硬く変形しにくい。そのため、モノリス型のハニカム焼成体を切断すると、変形しにくく所定の形状を有するハニカムユニットを作製することができる。

[0015] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、複数のハニカムユニットを接着材層を介して集合させ、ハニカム構造体を作製する。

一般に、形状に歪みがあるハニカムユニットを集合させると、製造されたハニカム構造体では、ハニカムユニット同士の間隙が生じやすくなり、ガス漏れの原因となり易くなる。そのため、形状に歪みがあるハニカムユニットを集合させる際には、その歪みを吸収するために、接着材層を厚くする必要がある。接着材層を厚くすると、圧力損失が上昇することになる。

一方、上記の通り、切断工程で作製されたハニカムユニットは変形しにくいので形状に歪みが生じにくい。そのため、集合させる際にハニカムユニットの歪みが原因で生じる隙間が発生しにくい。従って、歪みを吸収するために接着材層を厚くしなくても、隙間なくハニカムユニットを集合させることができる。さらに、接着材層を厚くしない場合には、ハニカム構造体の圧力損失を低減することができる。

また、炭化ケイ素焼結体は、非常に硬い反面脆い。炭化ケイ素からなるモノ

リス型のハニカム構造体の内部に熱応力等が発生すると、モノリス型のハニカム構造体が熱応力に耐えられず破損することがある。しかし、複数のハニカムユニットが集合したハニカム構造体であると、発生した熱応力等を接着材層等で吸収することができるので、ハニカム構造体は破損しにくい。従って、本発明のハニカム構造体の製造方法では、熱応力により破損しにくいハニカム構造体を製造することができる。

[0016] 本発明のハニカム構造体の製造方法において、上記押出成形工程では、上記切断工程において切断される切断用セルと、上記切断工程において切断されない機能セルとが形成されるように押出成形し、上記切断工程では、上記切断用セルに沿って上記モノリス型のハニカム焼成体を切断することが望ましい。

押出成形工程において切断セルを形成することで、切断工程では、切断用セルのセル隔壁を切るだけでハニカムユニットを作製することができる。つまり、容易にモノリス型のハニカム焼成体を切断することができる。

さらに、切断用セルを切断することにより、各ハニカムユニットの切断面には、セル隔壁の一部が残ることになる。集合工程においてハニカムユニットを接着材層を介して集合させる際に、このセル隔壁の一部がアンカーとしての機能を果たす。従って、製造されるハニカム構造体において、各ハニカムユニットは強固に固定される。

[0017] 本発明のハニカム構造体の製造方法において、上記押出成形工程では、上記切断用セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、上記機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積より大きくなるように押出成形することが望ましい。

切断用セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が大きい場合には、切断工程においてモノリス型のハニカム焼成体を切断する際に、多少切断位置がずれても機能セルを損傷させることなく切断用セルを切断しやすくなる。そのため、製造されるハニカム構造体に欠陥が生じにくくなる。

[0018] 本発明のハニカム構造体の製造方法において、上記押出成形工程では、上記

切断領域に配置される上記切断用セルのセル密度を、上記機能領域に配置される上記機能セルのセル密度より小さくするように押出成形することが望ましい。

切断領域に配置される切断用セルのセル密度が小さい場合には、切断工程において切断するセル隔壁の数を少なくすることができる。従って、効率よくモノリス型のハニカム焼成体を切断することができる。

[0019] 本発明のハニカム構造体の製造方法において、上記機能セルは、上記機能領域の外周に配置される外周機能セルと、上記外周機能セルの内側に配置される内部機能セルとを含み、上記押出成形工程では、少なくとも1つの上記外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形することが望ましい。

このように押出成形すると、外周が厚いハニカムユニットを作製することができる。そのためハニカムユニットの外枠が機械的に頑丈な構造となり、外部からの衝撃等に対し十分に高い強度となる。また、外周の体積が大きいので、ハニカムユニットの熱容量を増加させることができる。

[0020] 本発明のハニカム構造体の製造方法において、上記外周機能セルは、上記ハニカム成形体の外周部に配置される第1外周機能セルと、上記ハニカム成形体の外周部以外に配置される第2外周機能セルとを含み、上記押出成形工程では、上記第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形することが望ましい。

上記構造であると、製造されるハニカム構造体全体の外枠部分の体積が大きくなる。そのため、製造されるハニカム構造体の外枠部分が機械的に頑丈な構造となり外部からの衝撃等に対し十分に高い強度を有する。また、製造されるハニカム構造体全体の外枠部分の体積が大きくなるので、熱容量の低下を抑制することができる。

[0021] 本発明のハニカム構造体の製造方法において、上記押出成形工程では、上記

第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の60～80%となるように押出成形することが望ましい。

第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の60%未満であると、第1外周機能セルの開口部の面積が小さくなり排ガスの流路が狭くなる。そのため製造されるハニカム構造体では、排ガスが第1外周機能セルのセル隔壁を通過する際のガス通過抵抗が大きくなり、圧力損失が大きくなる。

第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の80%を超えると、製造されるハニカム構造体の外枠部分の体積が小さくなり、機械的に弱くなり、熱容量が低下しやすくなる。

[0022] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記押出成形工程では、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が矩形となり、上記第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状である矩形から2つの角部が面取りされた形状となり、上記第1外周機能セルを形成する上記セル隔壁に、上記機能領域の外側に向かって壁厚が徐々に増す厚壁領域が形成されるように押出成形することが望ましい。

このような形状の内部機能セル及び第1外周機能セルは押出成形により容易に形成することができる。従って、第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積を容易に内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくすることができる。

[0023] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記押出成形工程では、上記第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形することが望ましい。

第2外周機能セルが上記形状であると、ハニカムユニット全体の外枠部分の

体積が大きくなる。そのため、ハニカムユニットの外枠部分が機械的に頑丈な構造となり外部からの衝撃等に対し十分に高い強度を有する。また、ハニカムユニットの外枠部分の体積が大きくなるので、熱容量の低下を抑制することができる。

[0024] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記押出成形工程では、上記第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の60～80%となるように押出成形することが望ましい。

第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の60%未満であると、第2外周機能セルの開口部の面積が小さくなり排ガスの流路が狭くなる。そのため、排ガスが第2外周機能セルのセル隔壁を通過する際のガス通過抵抗が大きくなり、圧力損失が大きくなる。

第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の80%を超えると、作製されるハニカムユニットの外枠部分の体積が小さくなり、機械的に弱くなり、熱容量が低下しやすくなる。

[0025] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記押出成形工程では、上記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が矩形となり、上記第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が、上記内部機能セルの断面形状である矩形から2つの角部が面取りされた形状となり、上記第2外周機能セルを形成する上記セル隔壁に、上記機能領域の外側に向かって壁厚が徐々に増す厚壁領域が形成されるように押出成形することが望ましい。

このような形状の内部機能セル及び第2外周機能セルは押出成形により容易に形成することができる。従って、第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積を容易に内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくすることができる。

[0026] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記押出成形工程では、上記機能

セルのセル隔壁の厚さを0.210mm以下となるように押出成形することが望ましい。

押出成形工程において形成する機能セルのセル隔壁の厚さが0.210mm以下であると、機能セルのセル隔壁の厚さが充分薄いので、製造されるハニカム構造体において、PMが堆積していない初期の状態での圧力損失を十分に低くすることができる。また、PMが堆積した際も圧力損失の上昇を抑えることができる。

一方、押出成形工程において形成する機能セルのセル隔壁の厚さが、0.210mmを超えると、機能セルのセル隔壁の厚さが厚すぎるので、製造されるハニカム構造体において、排ガスが機能セルのセル隔壁を通過する際の抵抗が大きくなり、その結果圧力損失が大きくなる。

[0027] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記セルの一方の端部を封止する封止工程をさらに含むことが望ましい。

このようにして製造されたハニカム構造体は、排ガス中のPMを除去するハニカムフィルタとして機能する。

[0028] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記ハニカム構造体の外周に外周コート層を設ける外周コート層形成工程をさらに含むことが望ましい。

外周コート層を設けることにより、製造されるハニカム構造体の機械的強度を向上させることができる。

[0029] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、上記外周コート層形成工程の前に、上記ハニカム構造体の外周を切削しハニカム構造体の形状を整形する切削工程をさらに含むことが望ましい。

ハニカム構造体の外周を切削しハニカム構造体の形状を整形することで、ハニカム構造体の側面に欠けや窪みが生じていたとしても、それらを整形することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]図1(a)～(e)は、本発明のハニカム構造体の製造方法の一例を、工程順に模式的に示す工程図である。

[図2]図2（a）は、本発明のハニカム構造体の製造方法において押出成形されるハニカム成形体の一例を模式的に示す斜視図である。図2（b）は、図2（a）のA－A線断面図である。

[図3-1]図3－1（a）及び（b）は、本発明のハニカム構造体の製造方法の押出成形工程において成形されるハニカム成形体の一部を拡大して模式的に示す拡大図であり、切断される切断用セル及び機能セルの長手方向に垂直方向の断面の形状の一例を模式的に示す模式図である。

[図3-2]図3－2（c）及び（d）は、本発明のハニカム構造体の製造方法の押出成形工程において成形されるハニカム成形体の一部を拡大して模式的に示す拡大図であり、切断される切断用セル及び機能セルの長手方向に垂直方向の断面の形状の一例を模式的に示す模式図である。

[図3-3]図3－3（e）は、本発明のハニカム構造体の製造方法の押出成形工程において成形されるハニカム成形体の一部を拡大して模式的に示す拡大図であり、切断される切断用セル及び機能セルの長手方向に垂直方向の断面の形状の一例を模式的に示す模式図である。

[図4]図4は、本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程において形成する、セル隔壁が切断領域であるハニカム成形体の一例を拡大して模式的に示す拡大図である。

[図5]図5は、本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程において成形するハニカム成形体の長手方向に垂直方向の断面のうち、機能領域の一例を拡大して模式的に示す拡大図である。

[図6]図6は、内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す断面図である。

[図7]図7（a）～（e）は、外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す断面図である。

[図8]図8（a）～（d）は、角部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す断面図である。

[図9]図9（a）及び（b）は、本発明のハニカム構造体の製造方法の押出成

形工程で押出成形するハニカム成形体の長手方向の垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す模式図である。

[図10]図10(a)は、本発明のハニカム構造体の製造方法により製造されたハニカム構造体の一例を模式的に示す斜視図である。図10(b)は図10(a)のB-B線断面図である。

[図11]図11(a)～(c)は、比較例1のハニカム構造体の製造方法において、押出成形して形成するハニカム成形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

[0031] 以下、本発明のハニカム構造体の製造方法について具体的に説明する。しかしながら、本発明は、以下の記載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。

[0032] 本発明のハニカム構造体の製造方法は、排ガスの流路となる複数のセルと上記セルを区画形成する多孔質のセル隔壁とを備えた炭化ケイ素からなるハニカムユニットが複数個集合したハニカム構造体の製造方法であって、炭化ケイ素を含むセラミック原料を押出成形し、ハニカム成形体を作製する押出成形工程と、上記ハニカム成形体を脱脂し、ハニカム脱脂体を作製する脱脂工程と、上記ハニカム脱脂体を焼成し、モノリス型のハニカム焼成体を作製する焼成工程と、上記モノリス型のハニカム焼成体を長手方向に平行な方向に切断し、複数個のハニカムユニットを作製する切断工程と、上記複数個のハニカムユニットを接着材層を介して集合させ、ハニカム構造体を作製する集合工程とを含み、上記押出成形工程において作製された上記ハニカム成形体は、長手方向に垂直方向の断面において、上記切断工程において切断される切断領域と、上記切断領域以外の機能領域とを有することを特徴とする。

[0033] 本発明のハニカム構造体の製造方法の概要について図面を用いて説明する。

図1(a)～(e)は、本発明のハニカム構造体の製造方法の一例を、工程順に模式的に示す工程図である。

[0034] 本発明のハニカム構造体の製造方法により製造されるハニカム構造体1を製造する際には、まず、図1(a)に示すように、炭化ケイ素を含むセラミッ

ク原料を押出成形し、ハニカム成形体 1 1 を作製する押出成形工程を行う。
炭化ケイ素は、耐熱性に優れた材料であるので、後述する工程を経て製造されるハニカム構造体 1 は、耐熱性に優れる。

[0035] 次に、図 1 (b) に示すように、ハニカム成形体 1 1 に含まれる有機物を除去するために、ハニカム成形体 1 1 を脱脂し、ハニカム脱脂体 1 2 を作製する脱脂工程を行う。

[0036] 次に、図 1 (c) に示すように、ハニカム脱脂体 1 2 に含まれる炭化ケイ素を焼結させるために、ハニカム脱脂体 1 2 を焼成し、モノリス型のハニカム焼成体 1 3 を作製する焼成工程を行う。

通常、ハニカム構造体を製造する際には、複数のハニカムユニットを焼成した後、焼成されたハニカムユニットを搬送等して集合させる。この焼成されたハニカムユニットを搬送等する際に、ハニカムユニット同士が接触し、ハニカムユニットに損傷が生じることがある。このような損傷したハニカムユニットを用いてハニカム構造体を製造すると、製造されたハニカム構造体は、ガスが漏れやすくなる等の欠陥が生じる。

一方、ハニカム構造体 1 を製造する際には、モノリス型のハニカム焼成体 1 3 を焼成した後、焼成されたモノリス型のハニカム焼成体 1 3 を搬送等することになる。

モノリス型のハニカム焼成体 1 3 の表面積は、同じ大きさのハニカム焼成体を構成する複数のハニカムユニットの総表面積よりも小さい。従って、モノリス型のハニカム焼成体 1 3 の方が、複数のハニカムユニットよりも何かと接触する機会が少なくなる。

すなわち、モノリス型のハニカム焼成体 1 3 は、何かと接触して破損する機会が少なくなる。そのため、本発明のハニカム構造体の製造方法でハニカム構造体 1 を製造する場合には、ハニカム構造体 1 に欠陥が生じにくい。

[0037] 次に、図 1 (d) に示すように、モノリス型のハニカム焼成体 1 3 を長手方向 (図 1 (d) 中矢印の方向) に平行な方向に切断し、複数個のハニカムユニット 1 4 を作製する切断工程を行う。

モノリス型のハニカム焼成体 13 は、炭化ケイ素が焼結してなるので、非常に硬く変形しにくい。そのため、モノリス型のハニカム焼成体 13 を切断すると、変形しにくく所定の形状を有するハニカムユニット 14 を作製することができる。

[0038] 次に、図 1 (e) に示すように、複数個のハニカムユニット 14 を接着材層 15 を介して集合させ、ハニカム構造体 1 を作製する集合工程を行う。

一般に、形状に歪みがあるハニカムユニットを集合させると、製造されたハニカム構造体では、ハニカムユニット同士の間隙が生じやすくなり、ガス漏れの原因となり易くなる。そのため、形状に歪みがあるハニカムユニットを集合させる際には、その歪みを吸収するために、接着材層を厚くする必要がある。接着材層を厚くすると、圧力損失が上昇することになる。

一方、上記の通り、切断工程で作製されたハニカムユニット 14 は変形しにくいので形状に歪みが生じにくい。そのため、集合させる際にハニカムユニット 14 の歪みが原因で生じる隙間が発生しにくい。従って、歪みを吸収するために接着材層 15 を厚くしなくても、隙間なくハニカムユニット 14 を集合させることができる。さらに、接着材層 15 を厚くしない場合には、ハニカム構造体 1 の圧力損失を低減することができる。

また、炭化ケイ素焼結体は、非常に硬い反面脆い。炭化ケイ素からなるモノリス型のハニカム構造体の内部に熱応力等が発生すると、モノリス型のハニカム構造体が熱応力に耐えられず破損することがある。しかし、複数のハニカムユニット 14 が集合したハニカム構造体 1 であると、発生した熱応力等を接着材層 15 等で吸収することができるので、ハニカム構造体 1 は破損しにくい。従って、本発明のハニカム構造体の製造方法では、熱応力により破損しにくいハニカム構造体 1 を製造することができる。

[0039] 次に本発明のハニカム構造体の製造方法の各工程を詳しく説明する。

(1) 押出成形工程

(1-1) セラミック原料の準備

まず、ハニカム焼成体の原料となるセラミック原料を準備する。セラミック

原料は炭化ケイ素粉末と、有機バインダと、可塑剤と、潤滑剤と、水とを混合することにより準備することができる。

炭化ケイ素は、耐熱性に優れた材料であるので、本発明のハニカム構造体の製造方法により製造されるハニカム構造体 1 は、耐熱性に優れる。

[0040] 上記セラミック原料には、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材を添加してもよい。

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。

[0041] （１－２）押出成形

次に、上記セラミック原料を所定の金型を用いて押出成形し、所定の長さで切断することによりハニカム成形体を作製する。

[0042] 本工程で押出成形するハニカム成形体の形状について説明する。

図 2（a）は、本発明のハニカム構造体の製造方法において押出成形されるハニカム成形体の一例を模式的に示す斜視図である。図 2（b）は、図 2（a）の A－A 線断面図である。

[0043] 図 2（a）及び（b）に示すように、本発明のハニカム構造体の製造方法において押出成形されるハニカム成形体の一例であるハニカム成形体 11 は、複数のセル 20 と、セル 20 を区画形成するセル隔壁 30 とを備えている。さらに、図 2（b）に示すように、ハニカム成形体 11 は、長手方向に垂直方向の断面において、切断工程において切断される切断領域 51 と、切断領域 51 以外の機能領域 52 とを有する。

なお、押出成形により作製されるハニカム成形体 11 の形状は、柱状であることが望ましく、図 2（a）及び（b）に示すように円柱であることがより望ましい。

また、図 2（b）に示すように、ハニカム成形体 11 の長手方向に垂直方向

の断面において切断領域 5 1 は直線状に形成されるが、切断領域 5 1 は、ハニカム成形体 1 1 の長手方向に垂直方向の断面形状である円を縦方向に 4 等分、横方向に 4 等分するように形成することが望ましい。

[0044] なお、後の工程において、切削工程及び外周コート層形成工程を行う場合には、モノリス型のハニカム焼成体の大きさが、完成品であるハニカム構造体の大きさよりも 5 ～ 20 % 大きくなるように、ハニカム成形体 1 1 を整形することが望ましい。

[0045] 切断領域 5 1 について説明する。本発明のハニカム構造体の製造方法において、押出成形工程で成形する切断領域 5 1 の形状は特に限定されないが、切断工程において切断される切断用セル 2 1 と、切断されない機能セル 2 2 とが形成されるように押出成形してもよい。

図 3-1 (a) 及び (b)、図 3-2 (c) 及び (d)、並びに、図 3-3 (e) は、本発明のハニカム構造体の製造方法の押出成形工程において成形されるハニカム成形体の一部を拡大して模式的に示す拡大図であり、切断される切断用セル及び機能セルの長手方向に垂直方向の断面の形状の一例を模式的に示す模式図である。

なお、図 3-1 (a) 及び (b)、図 3-2 (c) 及び (d)、並びに、図 3-3 (e) 中、直線 X は、後の工程においてハニカム成形体 1 1 がモノリス型のハニカム焼成体 1 3 となった際に、切断工程において切断される箇所である。

[0046] 図 3-1 (a) に示すように、本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程で成形する切断用セル 2 1 の長手方向に垂直方向の断面の形状と、機能セル 2 2 の長手方向に垂直方向の断面の形状とは同一の形状であってもよい。また、これらの形状は矩形であってもよく、正方形であってもよい。

このように切断用セル 2 1 及び機能セル 2 2 を形成した場合、切断領域 5 1 及び機能領域 5 2 は以下の領域となる。

すなわち、切断領域 5 1 は、切断用セル 2 1、切断用セル 2 1 同士の間にあ

るセル隔壁 30、及び、切断用セル 21 と機能セル 22 との間にあるセル隔壁 30 の厚さを 2 等分した領域のうち切断用セル 21 側のセル隔壁 30 からなる領域である。

また、機能領域 52 は、切断領域 51 以外の部分の領域である。

このように押出成形工程において切断用セル 21 を形成することで、切断工程では、切断用セル 21 を形成するセル隔壁 30 を切るだけでハニカムユニット 14 を作製することができる。つまり、容易にモノリス型のハニカム焼成体 13 を切断することができる。

さらに、切断用セル 21 を切断することにより、各ハニカムユニット 14 の切断面には、セル隔壁 30 の一部が残ることになる。集合工程においてハニカムユニットを接着材層 15 を介して集合させる際に、このセル隔壁 30 の一部がアンカーとしての機能を果たす。従って、製造されるハニカム構造体において、各ハニカムユニット 14 は強固に固定される。

[0047] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、押出成形工程において、図 3-1 (b) に示すように、切断用セル 21 の切断方向に垂直方向の長さが、機能セル 22 の切断方向に垂直方向の長さより大きくなるように押出成形することが望ましい。

図 3-1 (b) において、切断用セル 21 の長手方向に垂直方向の断面の形状は、機能セル 22 の長手方向に垂直方向の断面の形状を切断方向に垂直方向に拡大した形状である。

切断用セル 21 の長手方向に垂直方向の断面の形状が、切断方向に垂直方向に拡大した形状であると、切断工程においてモノリス型のハニカム焼成体 13 を切断する際に、多少切断位置がずれても機能セル 22 を損傷させることなく切断用セル 21 を切断しやすくなる。そのため、製造されるハニカム構造体 1 に欠陥が生じにくくなる。

[0048] ハニカム構造体 1 の長手方向に垂直方向の断面において、切断用セル 21 の切断方向に垂直方向の長さと、機能セル 22 の切断方向に垂直方向の長さとの比は、切断用セル 21 の切断方向に垂直方向の長さ：機能セル 22 の切断

方向に垂直方向の長さ＝１．２：１～２．５：１であることが望ましい。

[0049] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、押出成形工程において、図３－２（ｃ）に示すように、切断領域５１に配置される切断用セル２１のセル密度を、機能領域５２に配置される機能セル２２のセル密度より小さくするように押出成形することが望ましい。

図３－２（ｃ）において、切断用セル２１の長手方向に垂直方向の断面の形状は、隣り合う２つの機能セル２２及びその間にあるセル隔壁３０からなる形状からセル隔壁３０を取り除いた形状である。

切断領域５１に配置される切断用セル２１のセル密度が小さい場合には、切断工程において切断するセル隔壁３０の数を少なくすることができる。従って、効率よくモノリス型のハニカム焼成体１３を切断することができる。

[0050] 切断領域５１に配置される切断用セル２１のセル密度と、機能領域５２に配置される機能セル２２のセル密度との比は、切断領域５１に配置される切断用セル２１のセル密度：機能領域５２に配置される機能セル２２のセル密度＝１：１．２～１：２．５であることが望ましい。

なお、機能領域５２に配置される機能セル２２のセル密度は、１５．５～６２個／ cm^2 （１００～４００ cps i ）の範囲であることが望ましく、３１～４６．５個／ cm^2 （２００～３００ cps i ）の範囲であることがより望ましい。

[0051] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、押出成形工程において、図３－２（ｄ）に示すように、切断用セル２１の長手方向に垂直方向の断面の面積が、機能セル２２の長手方向に垂直方向の断面の面積より大きくなるように押出成形することが望ましい。

図３－２（ｄ）において、切断用セル２１の長手方向に垂直方向の断面の形状は、機能セル２２の長手方向に垂直方向の断面の形状を縦横比を変えず拡大した形状である。

切断用セル２１の長手方向に垂直方向の断面の面積が大きい場合には、切断工程においてモノリス型のハニカム焼成体１３を切断する際に、多少切断位

置がずれても機能セル 2 2 を損傷させることなく切断用セル 2 1 を切断しやすくなる。そのため、製造されるハニカム構造体 1 に欠陥が生じにくくなる。

また、このような形状であると、切断領域 5 1 に配置される切断用セル 2 1 のセル密度を、機能領域 5 2 に配置される機能セル 2 2 のセル密度より小さくすることができる。そのため、切断工程において切断するセル隔壁 3 0 の数を少なくすることができる。従って、効率よくモノリス型のハニカム焼成体 1 3 を切断することができる。

[0052] なお、各セルの長手方向に垂直方向の断面の面積は以下の方法により求めることができる。

まず、ハニカム構造体 1 を長手方向に垂直方向に切断する。次に、ハニカム構造体 1 の長手方向に垂直方向の断面の S E M 画像を撮影する。

撮影した S E M 画像を 2 値化してセル隔壁 3 0 等の骨格部分と、各セルの空間部分とを識別する。そして、S E M 画像において各セルの空間部分と識別された部分の面積を各セルの面積とする。

[0053] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、押出成形工程において、図 3-3 (e) に示すように、切断用セル 2 1 と機能セル 2 2 との間にあるセル隔壁 3 0 の厚さを、機能セル 2 2 のみを形成するセル隔壁 3 0 の厚さよりも厚くなるように押出成形することが望ましい。

このように押出成形すると、外周が厚いハニカムユニット 1 4 を作製することができる。そのためハニカムユニット 1 4 の外枠が機械的に頑丈な構造となり、外部からの衝撃等に対し十分に高い強度となる。また、外周の体積が大きいので、ハニカムユニット 1 4 の熱容量を増加させることができる。

[0054] 切断用セル 2 1 と機能セル 2 2 との間にあるセル隔壁 3 0 の厚さは、機能セル 2 2 のみを形成するセル隔壁 3 0 の厚さの 1.5 ~ 3 倍であることが望ましく、2 ~ 3 倍であることがより望ましい。

[0055] 本発明のハニカム構造体の製造方法では、押出成形工程では、機能セル 2 2 のセル隔壁 3 0 の厚さを 0.210 mm 以下となるように押出成形すること

が望ましく、 $0.075 \sim 0.160 \text{ mm}$ とすることがより望ましい。

押出成形工程において形成する機能セル 22 のセル隔壁 30 の厚さが 0.210 mm 以下であると、機能セル 22 のセル隔壁 30 の厚さが充分薄いので、製造されるハニカム構造体 1 において、PM が堆積していない初期の状態での圧力損失が十分に低くすることができる。また、PM が堆積した際も圧力損失の上昇を抑えることができる。

一方、押出成形工程において形成する機能セル 22 のセル隔壁 30 の厚さが、 0.210 mm を超えると、機能セル 22 のセル隔壁 30 の厚さが厚すぎるので、製造されるハニカム構造体 1 において、排ガスが機能セル 22 のセル隔壁 30 を通過する際の抵抗が大きくなり、その結果圧力損失が大きくなる。

[0056] なお、本発明のハニカム構造体の製造方法において、押出成形工程で成形するハニカム成形体 11 では、セル隔壁 30 が切断領域 51 となるように押出成形してもよい。

図 4 は、本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程において形成する、セル隔壁が切断領域であるハニカム成形体の一例を拡大して模式的に示す拡大図である。

[0057] 図 4 に示すように、本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程では、切断工程において切断される切断用セル隔壁 31 と切断されない機能セル隔壁 32 とが形成されるようにハニカム成形体 11 を押出成形してもよい。

図 4 中、直線 Y は、後の工程においてハニカム成形体 11 がモノリス型のハニカム焼成体 13 となった際に、切断工程において切断される箇所である。このように切断用セル隔壁 31 と、機能セル隔壁 32 とを形成した場合、切断用セル隔壁 31 が切断領域 51 となり、機能セル隔壁 32 は機能領域 52 に配置されることになる。

[0058] 図 4 では、切断用セル隔壁 31 の厚さが、機能セル隔壁 32 の厚さよりも厚い。そのため、切断工程において、機能領域 52 に配置されたセル 20 を傷

つけることなく、モノリス型のハニカム焼成体 1 3 を切断することができる。

[0059] 次に、機能領域 5 2 に配置される機能セル 2 2 の形状について図面を用いてより詳しく説明する。

図 5 は、本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程において成形するハニカム成形体の長手方向に垂直方向の断面のうち、機能領域の一例を拡大して模式的に示す拡大図である。

図 5 に示すように、押出成形工程において成形するハニカム成形体 1 1 の機能セル 2 2 は、機能領域 5 2 の外周 5 3 に配置される外周機能セル 2 2 a と、外周機能セル 2 2 a の内側に配置される内部機能セル 2 2 b とを含んでいる。さらに、機能セル 2 2 は、機能領域 5 2 の角部 5 4 に配置される角部機能セル 2 2 c を含んでいる。

なお、本明細書において、「機能領域の角部」は、「機能領域の外周」に含まれない。すなわち、外周機能セル 2 2 a に角部機能セル 2 2 c は含まれない。

また、本明細書において、「機能領域の角部」とは、ハニカム成形体の長手方向に垂直方向の断面において、機能領域 5 2 を形成する輪郭のうち、2 本の線分が直角に交わる部分の近傍を意味する。

[0060] 本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程では、成形されるハニカム成形体の形状を図 5 に示すように、少なくとも 1 つの外周機能セル 2 2 a の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル 2 2 b の長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形することが望ましい。

このように押出成形すると、外周が厚いハニカムユニット 1 4 を作製することができる。そのためハニカムユニット 1 4 の外枠が機械的に頑丈な構造となり、外部からの衝撃等に対し十分に高い強度となる。また、外周の体積が大きいので、ハニカムユニット 1 4 の熱容量を増加させることができる。

なお、本発明のハニカム構造体の製造方法における押出成形工程では、全て

の外周機能セル 22 a の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル 22 b の長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形してもよい。

[0061] なお、外周機能セル 22 a の長手方向に垂直方向の断面の面積は、内部機能セル 22 b の長手方向に垂直方向の断面の面積の 60～80%であることが望ましい。

外周機能セル 22 a の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル 22 b の長手方向に垂直方向の断面の面積の 60%未満であると、外周機能セル 22 a の開口部の面積が小さくなり排ガスの流路が狭くなる。そのため、排ガスが外周機能セル 22 a のセル隔壁 30 を通過する際のガス通過抵抗が大きくなり、圧力損失が大きくなる。

外周機能セル 22 a の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル 22 b の長手方向に垂直方向の断面の面積の 80%を超えると、作製されるハニカムユニット 14 の外枠部分の体積が小さくなり、機械的に弱くなり、熱容量が低下しやすくなる。

[0062] 外周機能セル 22 a、内部機能セル 22 b 及び角部機能セル 22 c について図面を用いてより詳しく説明する。

図 6 は、内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す断面図である。

図 7 (a)～(e) は、外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す断面図である。

図 8 (a)～(d) は、角部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す断面図である。

[0063] 内部機能セル 22 b の断面形状は、図 6 に示すように、矩形 α であることが望ましい。また矩形 α は正方形であることがより望ましい。

[0064] 外周機能セル 22 a の断面形状は、内部機能セル 22 b の断面形状である矩形 α から角部を面取りした形状であることが望ましい。

すなわち、押出成形工程において、内部機能セル 22 b の断面形状である矩

形 α から2つの角部が面取りされた形状となり、外周機能セル22aを形成するセル隔壁30に、機能領域52の外側に向かって壁厚が徐々に増す厚壁領域33が形成されるように押出成形することが望ましい。

このような形状としては、図7(a)～(e)に示す形状があげられる。

なお、なお、本明細書において、「矩形から角部が面取りされた形状」とは、矩形から、矩形の角部を直線又は曲線で切り取った形状のことを意味する。

[0065] 図7(a)は、矩形 α の隣り合う2つの角部が2つの線分A及びBにより、それぞれ切り取られた六角形である外周機能セル22aの断面形状を示している。線分A及びBは直接接しておらず、線分A及びBを延長すると矩形 α の外側でこれらが交わることになる。また、切り取られた2つの角部の間にある矩形 α の辺の一部は、上記六角形の一辺を形成している。

[0066] 図7(b)は、矩形 α の隣り合う2つの角部が2つの線分C及びDにより、それぞれ切り取られた五角形である外周機能セル22aの断面形状を示している。線分Cと線分Dとは矩形 α を形成する辺において交差している。なお、線分Cと線分Dとは矩形 α の内部で交差していてもよい。すなわち、切り取られる2つの角部の間には、上記五角形を構成する辺が存在していない。

[0067] 図7(c)は、矩形 α の隣り合う2つの角部のうち一方の角部が線分E及びFにより切り取られ、もう一方の角部が線分G及びHにより切り取られた八角形である外周機能セル22aの断面形状を示している。線分Eと線分Fとは、矩形 α の内部で互い交差している。さらに、線分Gと線分Hとも、矩形 α の内部で互い交差している。また、切り取られた2つの角部の間にある矩形 α の辺の一部は、上記八角形の一辺を形成している。

[0068] 図7(d)は、矩形 α の隣り合う2つの角部が2つの曲線A'及びB'により、それぞれ切り取られた外周機能セル22aの断面形状を示している。曲線A'及びB'は、矩形 α の角部がR面取りされるように線分A及びBを折り曲げた曲線である。切り取られた2つの角部の間にある矩形 α の辺の一部は、外周機能セル22aの断面形状の輪郭を形成している。

[0069] 図7 (e) は、矩形 α の隣り合う2つの角部が2つの曲線C' 及びD' により、それぞれ切り取られた外周機能セル22aの断面形状を示している。曲線C' 及びD' は、矩形 α の角部がR面取りされるように線分C及びDを折り曲げた曲線である。曲線C' と曲線D' とは矩形 α を形成する辺において交差している。なお、曲線C' と曲線D' とは、矩形 α の内部で交差していてもよい。

[0070] このような形状の内部機能セル22b及び外周機能セル22aは押出成形により容易に形成することができる。従って、外周機能セル22aの長手方向に垂直方向の断面の面積を容易に、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくすることができる。

[0071] 角部機能セル22cの断面形状は、内部機能セル22bの断面形状である矩形 α から角部を面取りした形状であることが望ましい。このような形状としては、図8 (a) ~ (d) に示す形状があげられる。

[0072] 図8 (a) は、矩形 α の角部のうち最も機能領域52の内側になる角部を除いて、3つの角部が線分I、J及びKによりそれぞれ切り取られた7角形である角部機能セル22cの断面形状を示している。線分I及びJは直接接しておらず、線分I及びJを延長すると矩形 α の外側でこれらが交わることになる。また、線分I及びKは直接接しておらず、線分I及びKを延長すると矩形 α の外側でこれらが交わることになる。切り取られた3つの角部の間にそれぞれある矩形 α の辺の一部は、角部機能セル22cの断面形状である7角形の一辺をそれぞれ形成している。

[0073] 図8 (b) は、矩形 α の角部のうち最も機能領域52の内側になる角部が線分Lにより切り取られた5角形である角部機能セル22cの断面形状を示している。

[0074] 図8 (c) は、矩形 α の角部のうち最も機能領域52の内側になる角部を除いて、3つの角部が曲線I'、J' 及びK' によりそれぞれ切り取られた角部機能セル22cの断面形状を示している。曲線I'、J' 及びK' は、矩形 α の角部がR面取りされるように線分I、J及びKを折り曲げた曲線であ

る。切り取られた3つの角部の間にそれぞれある矩形 α の辺の一部は、角部機能セル23cの断面形状の輪郭を形成している。

[0075] 図8(d)は、矩形 α の角部のうち最も機能領域52の内側になる角部が曲線 L' により切り取られた角部機能セル22cの断面形状を示している。曲線 L' は、矩形 α の角部がR面取りされるように線分Lを折り曲げた曲線である。

[0076] これまで、外周機能セル22a、内部機能セル22b及び角部機能セル22cを、機能領域52に着目して説明してきたが、本発明のハニカム構造体の製造方法の押出成形工程で押出成形するハニカム成形体全体に着目した場合、各機能セル22は、以下に説明する形状、配置であることが望ましい。

[0077] 図9(a)及び(b)は、本発明のハニカム構造体の製造方法の押出成形工程で押出成形するハニカム成形体の長手方向の垂直方向の断面形状の一例を模式的に示す模式図である。

図9(a)に示すように、本発明のハニカム構造体の製造方法において、押出成形工程では、外周機能セル22aは、ハニカム成形体11の外周部61に配置される第1外周機能セル22a₁と、ハニカム成形体11の外周部61以外の機能領域52に配置される第2外周機能セル22a₂とを含み、第1外周機能セル22a₁の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形することが望ましい。

上記構造であると、製造されるハニカム構造体1全体の外枠部分の体積が大きくなる。そのため、製造されるハニカム構造体1の外枠部分が機械的に頑丈な構造となり外部からの衝撃等に対し十分に高い強度を有する。また、製造されるハニカム構造体1全体の外枠部分の体積が大きくなるので、熱容量の低下を抑制することができる。

[0078] また、本発明のハニカム構造体の製造方法において、押出成形工程では、第1外周機能セル22a₁の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積の60～80%となるように押出

成形することが望ましい。

第1外周機能セル22a₁の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積の60%未満であると、第1外周機能セル22a₁の開口部の面積が小さくなり排ガスの流路が狭くなる。そのため製造されるハニカム構造体では、排ガスが第1外周機能セル22a₁のセル隔壁30を通過する際のガス通過抵抗が大きくなり、圧力損失が大きくなる。

第1外周機能セル21a₁の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積の80%を超えると、製造されるハニカム構造体1の外枠部分の体積が小さくなり、機械的に弱くなり、熱容量が低下しやすくなる。

[0079] なお、内部機能セル22bの形状は既に説明した図6に示す形状であってもよい。さらに、第1外周機能セル22a₁の形状は、図7(a)～(e)に示す形状であってもよい。

すなわち、押出成形工程では、内部機能セル22bの断面形状が矩形 α となり、第1外周機能セル22a₁の断面形状が、内部機能セル22bの断面形状である矩形 α から2つの角部が面取りされた形状となり、第1外周機能セル22a₁を形成するセル隔壁30に、機能領域52の外側に向かって壁厚が徐々に増す厚壁領域33が形成されるように押出成形することが望ましい。

[0080] このような形状の第1外周機能セル22a₁は押出成形により容易に形成することができる。従って、第1外周機能セル22a₁の長手方向に垂直方向の断面の面積を容易に内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくすることができる。

[0081] また、図9(a)において、第2外周機能セル22a₂の断面形状は、矩形 α と合同な形状である。しかし、図9(b)に示すように、本発明のハニカム構造体の製造方法において、押出成形工程では、第2外周機能セル22a₂の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形してもよい。

第2外周機能セル22a₂が上記形状であると、切断工程を経て作製されるハニカムユニット14全体の外枠部分の体積が大きくなる。そのため、ハニカムユニット14の外枠部分が機械的に頑丈な構造となり外部からの衝撃等に対し十分に高い強度を有する。また、ハニカムユニット14の外枠部分の体積が大きくなるので、熱容量の低下を抑制することができる。

[0082] また、本発明のハニカム構造体の製造方法では、押出成形工程では、第2外周機能セル22a₂の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積の60～80%となるように押出成形することが望ましい。

第2外周機能セル22a₂の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積の60%未満であると、第2外周機能セル22a₂の開口部の面積が小さくなり排ガスの流路が狭くなる。そのため、排ガスが第2外周機能セル22a₂のセル隔壁30を通過する際のガス通過抵抗が大きくなり、圧力損失が大きくなる。

第2外周機能セル22a₂の長手方向に垂直方向の断面の面積が、内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積の80%を超えると、作製されるハニカムユニット14の外枠部分の体積が小さくなり、機械的に弱くなり、熱容量が低下しやすくなる。

[0083] また、第2外周機能セル22a₂の形状は、図7(a)～(e)に示す形状であってもよい。

すなわち、押出成形工程では、第2外周機能セル22a₂の長手方向に垂直方向の断面形状が、内部機能セル22bの断面形状である矩形αから2つの角部が面取りされた形状となり、第2外周機能セル22a₂を形成するセル隔壁30に、機能領域52の外側に向かって壁厚が徐々に増す厚壁領域33が形成されるように押出成形することが望ましい。

このような形状の第2外周機能セル22a₂は押出成形により容易に形成することができる。従って、第2外周機能セル22a₂の長手方向に垂直方向の断面の面積を容易に内部機能セル22bの長手方向に垂直方向の断面の面積よ

りも小さくすることができる。

[0084] (2) 乾燥工程

次に、上記押出成形工程で得られたハニカム成形体 11 を、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、又は、凍結乾燥機等を用いて乾燥させる。ハニカム成形体 11 の乾燥では、マイクロ波乾燥機と熱風乾燥機とを併用するか、又は、マイクロ波乾燥機を用いてハニカム成形体をある程度の水分となるまで乾燥させた後、熱風乾燥機を用いてハニカム成形体中の水分を完全に除去してもよい。

[0085] (3) 脱脂工程

次に、ハニカム成形体 11 を 300～650℃で、0.5～3時間加熱することによりハニカム成形体 11 中の有機物を除去し、ハニカム脱脂体 12 を作製する。

[0086] (4) 焼成工程

ハニカム脱脂体 12 を窒素雰囲気、アルゴン雰囲気等の不活性ガス雰囲気下で、1800～2200℃、0.5～4時間焼成し、モノリス型のハニカム焼成体 13 を作製する。

[0087] (5) 切断工程

モノリス型のハニカム焼成体 13 を長手方向に平行な方向に切断し、複数個のハニカムユニット 14 を作製する。

モノリス型のハニカム焼成体 13 を切断する位置は、上記(1)押出成形工程の説明で既に述べたのでここでの記載は省略する。

モノリス型のハニカム焼成体を切断する手段としては特に限定されないがダイヤモンドカッター等を用いて切断することができる。

[0088] (6) 集合工程

(6-1) 接着材ペーストの準備

まず、ハニカムユニット 14 を接着させるための接着材ペーストを作製する。

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、さらに無機繊維及び／又はウスカを含んでいてもよい。

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。

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。

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。

[0089] (6-2) ハニカムユニットの集合

準備した接着材ペーストをハニカムユニットの側面に塗り、複数のハニカムユニットを集合する。

その後、集合されたハニカムユニット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15とし、円柱状のハニカム構造体1を作製する。

[0090] (7) 切削工程

次に、後の外周コート層形成工程を行う場合には、ハニカム構造体1の外周を切削しハニカム構造体1の形状を整形してもよい。

ハニカム構造体1の外周を切削しハニカム構造体1の形状を整形することで、ハニカム構造体1の側面に欠けや窪みが生じていたとしても、それらを整形することができる。

[0091] (8) 外周コート層形成工程

次に、必要に応じて、ハニカム構造体 1 の外周に、ハニカム構造体 1 の外周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 16 を形成してもよい。

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。また、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 16 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。さらに、ハニカム構造体 1 の外周を所定の形状に切削してから外周コート層 16 を設けてもよい。

外周コート層 16 を設けることにより、製造されるハニカム構造体 1 の機械的強度を向上させることができる。

[0092] 以上の工程を経て、ハニカム構造体 1 を製造することができる。

[0093] また、ハニカム構造体 1 を、排ガスを浄化するためのハニカム触媒として機能させるために、ハニカム構造体 1 のセル 20 に触媒を担持してもよい。

担持させる触媒としては、例えば、白金、パラジウム、ロジウム等の貴金属が望ましく、この中では、白金がより望ましい。また、その他の触媒として、例えば、カリウム、ナトリウム等のアルカリ金属、バリウム等のアルカリ土類金属を用いることもできる。これらの触媒は、単独で用いてもよいし、2 種以上併用してもよい。

これら触媒が担持されていると、有毒な排ガスの浄化も可能になる。

[0094] 触媒を担持する方法としては、特に限定されず、例えば、上記 (6) 集合工程前に、ハニカムユニット 14 を触媒含有溶液に浸漬した後、加熱することにより触媒を担持してもよい。

[0095] また、ハニカム構造体 1 を、排ガス中の PM を捕集するハニカムフィルタとして機能させるために、セル 20 の一方の端部を封止する封止工程を行ってもよい。

セル 20 の一方の端部を封止する方法としては、特に限定されないが、例えば、上記 (2) 乾燥工程の後に、ハニカム成形体 11 の所定のセル 20 に封

止材となる封止材ペーストを充填して上記セル 20 を封止してもよい。ここで、封止材ペーストとしては、上記セラミック原料を用いることができる。また、上記（５）切断工程の後に、ハニカムユニット 14 の所定のセル 20 に封止材となる封止材ペーストを充填して上記セル 20 を封止してもよい。その後、上記（３）脱脂工程及び（４）焼成工程と同じ条件で脱脂及び焼成することにより封止材ペーストを焼結させてもよい。

[0096] 次に、本発明のハニカム構造体の製造方法により製造されたハニカム構造体について説明する。

[0097] 図 10（a）は、本発明のハニカム構造体の製造方法により製造されたハニカム構造体の一例を模式的に示す斜視図である。図 10（b）は図 10（a）の B－B 線断面図である。

図 10（a）に示すハニカム構造体は、一方の端部が封止材 118 により封止されており排ガスの流路となる複数のセル 120 と、セル 120 を区画形成する多孔質のセル隔壁 130 とを備えたハニカムユニット 114 が接着材層 115 を介して集合されたハニカムフィルタ 101 である。ハニカムフィルタ 101 の周囲には、外周コート層 116 が形成されている。

上記の構成を有するハニカムフィルタ 101 を排ガスが通過する場合について、図 10（b）を参照して以下に説明する。

図 10（b）に示すように、内燃機関から排出され、ハニカムフィルタ 101 に流入した排ガス（図 10（b）中、排ガスを G で示し、排ガスの流れを矢印で示す）は、ハニカムフィルタ 101 の排ガス流入側端面 101 a に開口した一のセル 120 に流入し、セル 120 を隔てるセル隔壁 130 を通過する。この際、排ガス中の PM がセル隔壁 130 で捕集され、排ガスが浄化されることとなる。浄化された排ガスは、排ガス流出側端面 101 b に開口した他のセル 120 から流出し、外部に排出される。

このように、本発明のハニカム構造体の製造方法により製造されたハニカムフィルタは、排ガスを処理する排ガス処理体として有用である。

[0098] またこのようなハニカムフィルタ 101 では、セル隔壁 130 の気孔率が 4

0～65%であることが望ましい。

セル隔壁130の気孔率が40～65%である場合、セル隔壁130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130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。

セル隔壁130の気孔率が40%未満では、セル隔壁130の気孔の割合が小さすぎるため、排ガスがセル隔壁130を通過しにくくなり、排ガスがセル隔壁130を通過する際の圧力損失が大きくなる。一方、セル隔壁130の気孔率が65%を超えると、セル隔壁130の機械的強度が低くなり、再生時等において、クラックが発生し易くなる。

[0099] またこのようなハニカムフィルタ101では、セル隔壁130に含まれる気孔の平均気孔径は、8～25 μ mであることが望ましい。

上記構成のハニカムフィルタ101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130に含まれる気孔の平均気孔径が8 μ 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130を透過する際の圧力損失が大きくなる。一方、セル隔壁130に含まれる気孔の平均気孔径が25 μ 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。

[0100] なお、気孔率及び平均気孔径は、水銀圧入法により測定することができる。

[0101] また、本発明のハニカム構造体の製造方法で製造するハニカム構造体は、セルの一方を封止せず、セル隔壁に触媒を担持することにより、排ガスを浄化するためのハニカム触媒として使用することができる。このようなハニカム触媒では、排ガスがセルを通過する際に、排ガスを触媒により浄化することができる。

[0102] (実施例)

以下に、本発明を実施するための形態をより具体的に開示した実施例を示すが、本発明を実施するための形態はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

[0103] (実施例 1)

(1) 押出成形工程

(1-1) セラミック原料の準備

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%、及び、水 13.2 重量%を加えて混合してセラミック原料を準備した。

[0104] (1-2) 押出成形

次に、上記セラミック原料を金型を用いて押出成形し、以下のように切断用セルと機能セルとが形成されるようにハニカム成形体を作製した。

ハニカム成形体は、底面の直径が $145.0\ \text{mm}$ 、長手方向の長さが $150.0\ \text{mm}$ である円柱となるように成形した。

押出成形したハニカム成形体は、切断用セルと機能セルとを備えており、切断用セルは、ハニカム成形体の長手方向に垂直方向の断面形状である円を縦方向に 4 等分及び横方向に 4 等分する位置に配置されるようにした。

切断用セルの断面形状を、縦×横 = $3.6 \times 1.7\ \text{mm}$ 又は $1.7 \times 3.6\ \text{mm}$ の長方形とした。また、機能セルの断面形状を、1 辺が $1.7\ \text{mm}$ の正方形とした。

ハニカム成形体において、切断領域に配置された切断用セルのセル密度は $15.5\ \text{個}/\text{cm}^2$ ($100\ \text{cps i}$) とした。また、機能領域に配置された機能セルのセル密度を $31\ \text{個}/\text{cm}^2$ ($200\ \text{cps i}$) とした。切断用セルを形成するセル隔壁及び機能セルを形成するセル隔壁の厚さを、 $0.203\ \text{mm}$ とした。

[0105] (2) 乾燥工程

次いで、マイクロ波乾燥機を用いて上記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。

[0106] (3) 脱脂工程

次に、ハニカム成形体の乾燥体を400℃、2時間の条件で脱脂処理を行いハニカム脱脂体を作製した。

[0107] (4) 焼成工程

次に、ハニカム脱脂体を常圧のアルゴン雰囲気下2200℃、2時間40分の条件で焼成処理を行いモノリス型のハニカム焼成体を作製した。

モノリス型のハニカム焼成体は、気孔率が45%及び平均気孔径が15 μm であった。

[0108] (5) 切断工程

次に、モノリス型のハニカム焼成体を、ダイヤモンドカッターを用いて、切断用セルに沿って長手方向に平行な方向に切断し、16個のハニカムユニットを作製した。

[0109] (6) 集合工程

(6-1) 接着材ペーストの準備

平均繊維長20 μm のアルミナファイバ30重量%、平均粒子径0.6 μm 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%を混合し耐熱性の接着材ペーストを準備した。

[0110] (6-2) ハニカムユニットの集合

接着材ペーストを準備したハニカムユニットの側面に塗り、各ハニカムユニットを集合し円柱状にした。

その後、集合されたハニカムユニットを120℃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、円柱状のハニカム構造体を作製した。

[0111] (7) 切削工程

次に、ハニカム構造体の外周を切削し底面の直径が137.2 mmとなるようにハニカム構造体の形状を整形した。

[0112] (8) 外周コート層形成工程

次に、ハニカム構造体の外周を切削しハニカム構造体の形状を整形した。その後、接着材ペーストと同様の組成からなる外周コート材ペーストをハニカム焼成体集合体の外周面に塗布し、外周コート材ペーストを120℃で乾燥固化させて外周コート層を形成した。

[0113] (比較例1)

上記「(1-2) 押出成形」を以下の「(1-2') 押出成形」に変更し上記「(5) 切断工程」を行わなかった以外は、実施例1と同様にして比較例1に係るハニカム構造体を作製した。

[0114] (1-2') 押出成形

次に、上記セラミック原料を所定の金型を用いて押出成形し、図11(a)に示す形状のハニカム成形体81aを4つ、図11(b)に示す形状のハニカム成形体81bを8つ、図11(c)に示す形状のハニカム成形体81cを4つ作製した。

図11(a)～(c)は、比較例1のハニカム構造体の製造方法において、押出成形して形成するハニカム成形体を模式的に示す斜視図である。

図11(a)に示すハニカム成形体81aは、大きさを34.3mm×34.3mm×150mm、セルの長手方向に垂直方向の断面形状を1辺が1.7mmの正方形、セル密度を31個/cm²(200cps i)、セル隔壁の厚さを0.203mmとした。

図11(b)及び(c)に示すハニカム成形体81b及び81cは、ハニカム成形体81aの一部を切り取った形状であり、4つのハニカム成形体81aと、8つのハニカム成形体81bと、4つのハニカム成形体81cとを組み合わせると、底面の直径が137.2mm、長手方向の長さが150.0mmとなる形状とした。

[0115] 実施例1のハニカム構造体の製造方法では、各工程の間において、ハニカム成形体、ハニカム脱脂体、ハニカム焼成体を持ち運ぶ際に、これらの側面に欠けが発生したとしても、ハニカム構造体の外周を切削しハニカム構造体の形状を整え、外周コート層形成を形成するので、良品とすることができた。

一方、比較例１のハニカム構造体の製造方法では、各工程の間において、ハニカム成形体、ハニカム脱脂体、ハニカム焼成体を持ち運ぶ際に、これらの側面に欠けが発生した場合、回復することができず、不良品となった。

符号の説明

- [0116] １ ハニカム構造体
- １１、８１ａ、８１ｂ、８１ｃ ハニカム成形体
 - １２ ハニカム脱脂体
 - １３ モノリス型のハニカム焼成体
 - １４、１１４ ハニカムユニット
 - １５、１１５ 接着材層
 - １６、１１６ 外周コート層
 - ２０、１２０ セル
 - ２１ 切断用セル
 - ２２ 機能セル
 - ２２ａ 外周機能セル
 - ２２ａ_１ 第１外周機能セル
 - ２２ａ_２ 第２外周機能セル
 - ２２ｂ 内部機能セル
 - ２２ｃ 角部機能セル
 - ３０、１３０ セル隔壁
 - ３１ 切断用セル隔壁
 - ３２ 機能セル隔壁
 - ３３ 厚壁領域
 - ５１ 切断領域
 - ５２ 機能領域
 - ５３ 機能領域の外周
 - ５４ 機能領域の角部
 - ６１ 外周部

1 0 1 ハニカムフィルタ

1 1 8 封止材

請求の範囲

- [請求項1] 排ガスの流路となる複数のセルと前記セルを区画形成する多孔質のセル隔壁とを備えた炭化ケイ素からなるハニカムユニットが複数個集合したハニカム構造体の製造方法であって、
炭化ケイ素を含むセラミック原料を押出成形し、ハニカム成形体を作製する押出成形工程と、
前記ハニカム成形体を脱脂し、ハニカム脱脂体を作製する脱脂工程と、
、
前記ハニカム脱脂体を焼成し、モノリス型のハニカム焼成体を作製する焼成工程と、
前記モノリス型のハニカム焼成体を長手方向に平行な方向に切断し、複数個のハニカムユニットを作製する切断工程と、
前記複数個のハニカムユニットを接着材層を介して集合させ、ハニカム構造体を作製する集合工程とを含み、
前記押出成形工程において作製された前記ハニカム成形体は、長手方向に垂直方向の断面において、前記切断工程において切断される切断領域と、前記切断領域以外の機能領域とを有することを特徴とするハニカム構造体の製造方法。
- [請求項2] 前記押出成形工程では、前記切断工程において切断される切断用セルと、前記切断工程において切断されない機能セルとが形成されるように押出成形し、
前記切断工程では、前記切断用セルに沿って前記モノリス型のハニカム焼成体を切断する請求項1に記載のハニカム構造体の製造方法。
- [請求項3] 前記押出成形工程では、前記切断用セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、前記機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積より大きくなるように押出成形する請求項2に記載のハニカム構造体の製造方法。
- [請求項4] 前記押出成形工程では、前記切断領域に配置される前記切断用セルの

セル密度を、前記機能領域に配置される前記機能セルのセル密度より小さくするように押出成形する請求項2又は3に記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項5] 前記機能セルは、前記機能領域の外周に配置される外周機能セルと、前記外周機能セルの内側に配置される内部機能セルとを含み、前記押出成形工程では、少なくとも1つの前記外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形する請求項2～4のいずれかに記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項6] 前記外周機能セルは、前記ハニカム成形体の外周部に配置される第1外周機能セルと、前記ハニカム成形体の外周部以外に配置される第2外周機能セルとを含み、前記押出成形工程では、前記第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積よりも小さくなるように押出成形する請求項5に記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項7] 前記押出成形工程では、前記第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の60～80%となるように押出成形する請求項6に記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項8] 前記押出成形工程では、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が矩形となり、前記第1外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状である矩形から2つの角部が面取りされた形状となり、前記第1外周機能セルを形成する前記セル隔壁に、前記機能領域の外側に向かって壁厚が徐々に増す厚壁領域が形成されるように押出成形する請求項6又は7に記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項9] 前記押出成形工程では、前記第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面

積よりも小さくなるように押出成形する請求項6～8のいずれかに記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項10] 前記押出成形工程では、前記第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積が、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面の面積の60～80%となるように押出成形する請求項6～9のいずれかに記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項11] 前記押出成形工程では、前記内部機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が矩形となり、前記第2外周機能セルの長手方向に垂直方向の断面形状が、前記内部機能セルの断面形状である矩形から2つの角部が面取りされた形状となり、前記第2外周機能セルを形成する前記セル隔壁に、前記機能領域の外側に向かって壁厚が徐々に増す厚壁領域が形成されるように押出成形する請求項6～10のいずれかに記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項12] 前記押出成形工程では、前記機能セルのセル隔壁の厚さを0.210mm以下となるように押出成形する請求項2～11のいずれかに記載のハニカム構造体の製造方法。

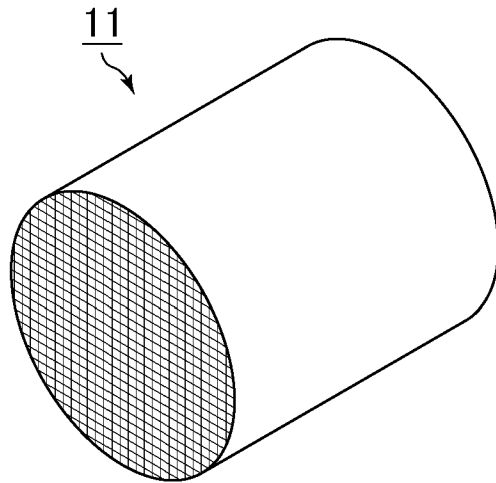
[請求項13] 前記セルの一方の端部を封止する封止工程をさらに含む請求項1～12のいずれかに記載のハニカム構造体の製造方法。

[請求項14] 前記ハニカム構造体の外周に外周コート層を設ける外周コート層形成工程をさらに含む請求項1～12のいずれかに記載のハニカム構造体の製造方法。

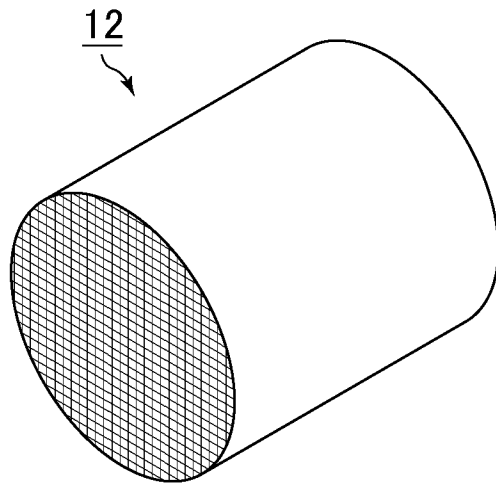
[請求項15] 前記外周コート層形成工程の前に、前記ハニカム構造体の外周を切削しハニカム構造体の形状を整形する切削工程をさらに含む請求項14に記載のハニカム構造体の製造方法。

[図1]

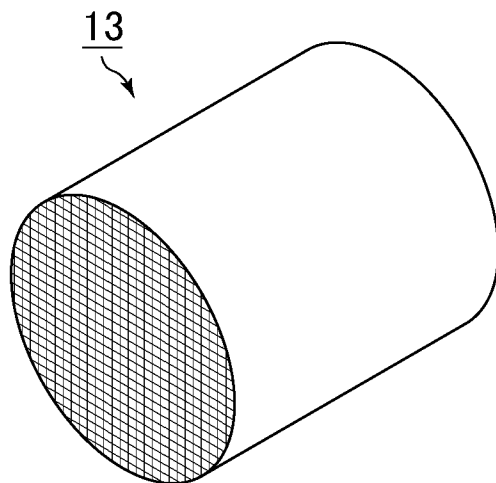
(a) 押出成形



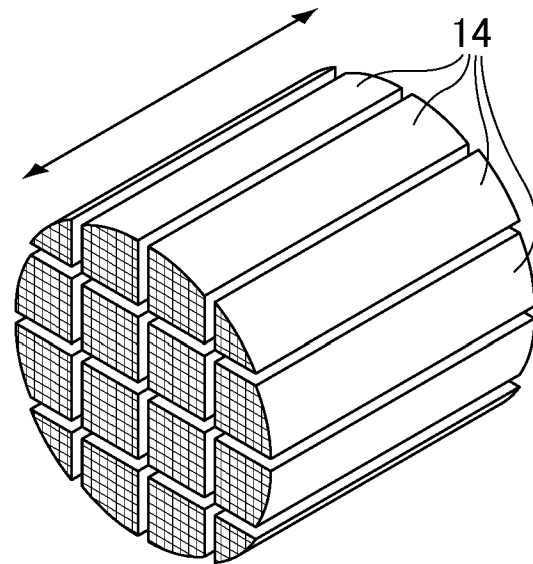
(b) 脱脂



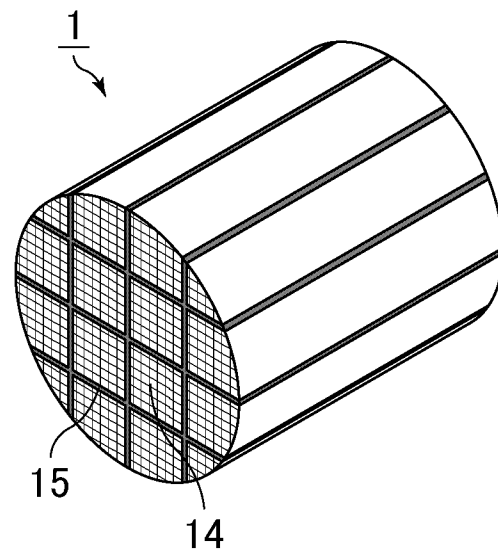
(c) 焼成



(d) 切断

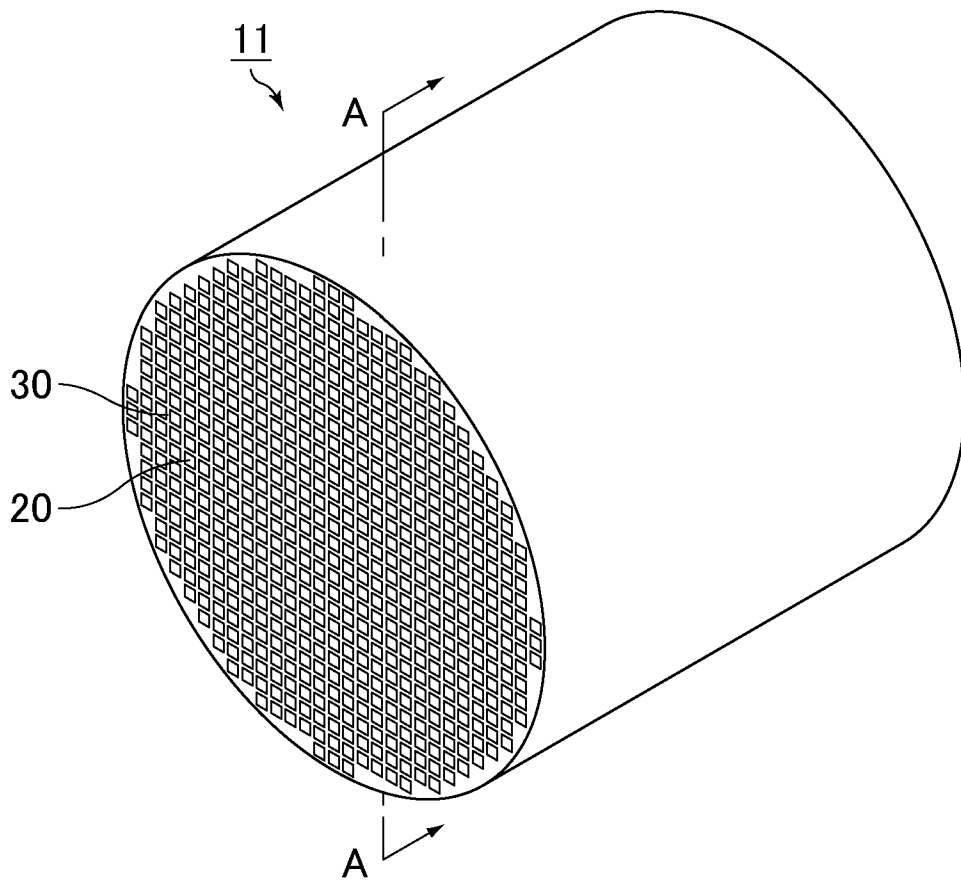


(e) 集合

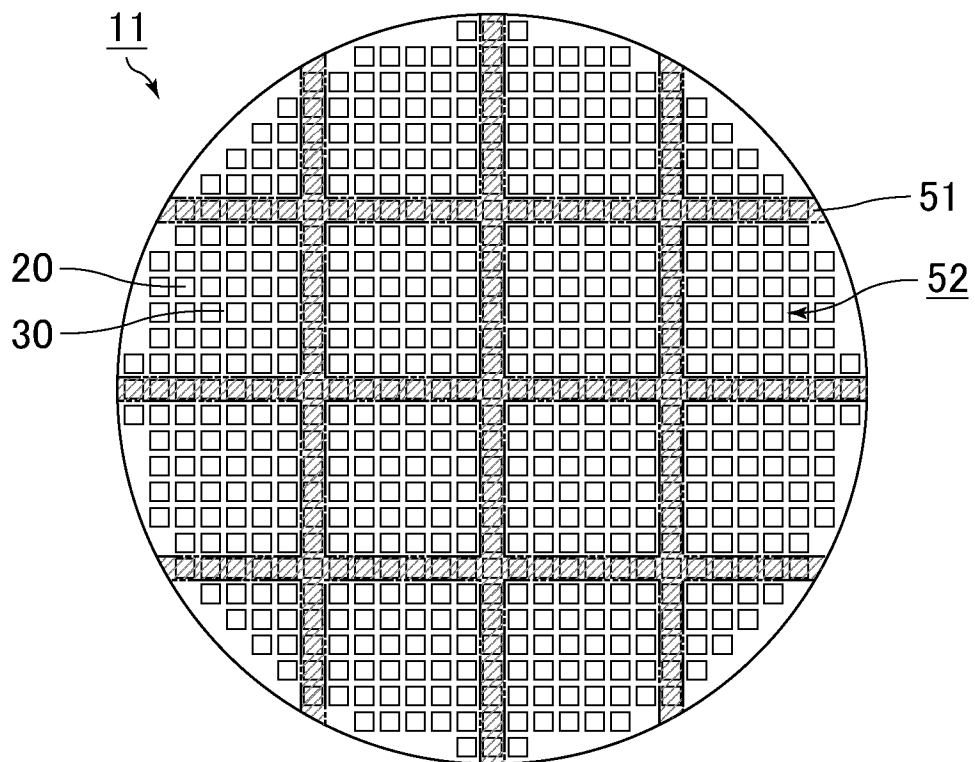


[図2]

(a)



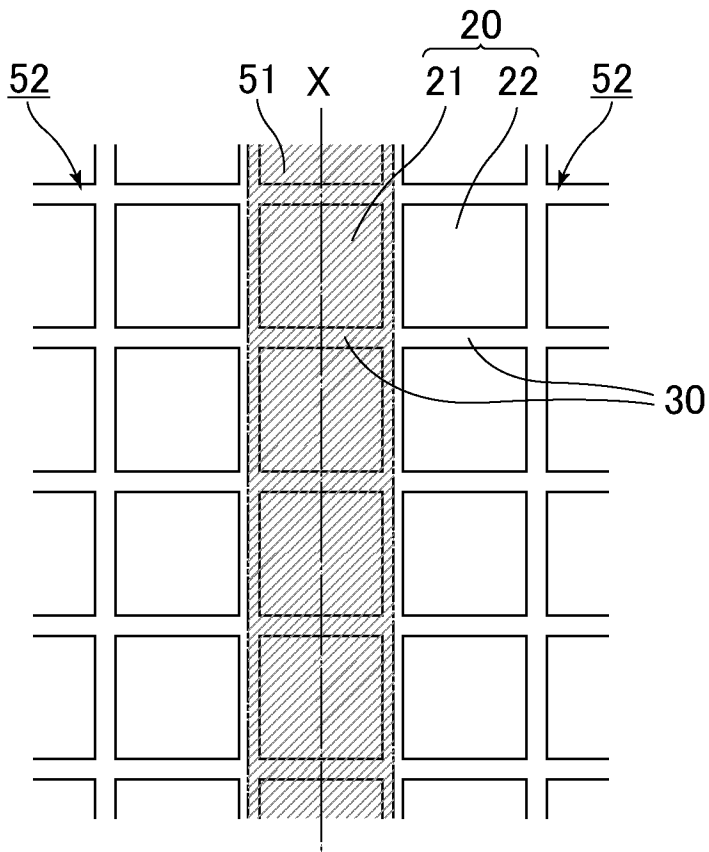
(b)



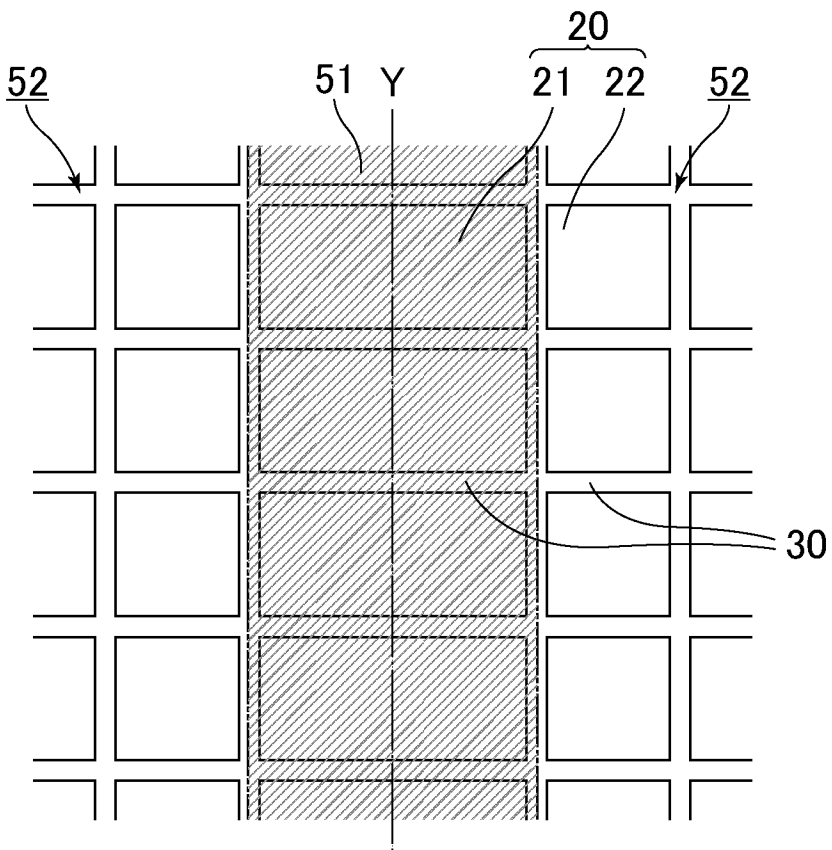
A-A線断面図

[図3-1]

(a)

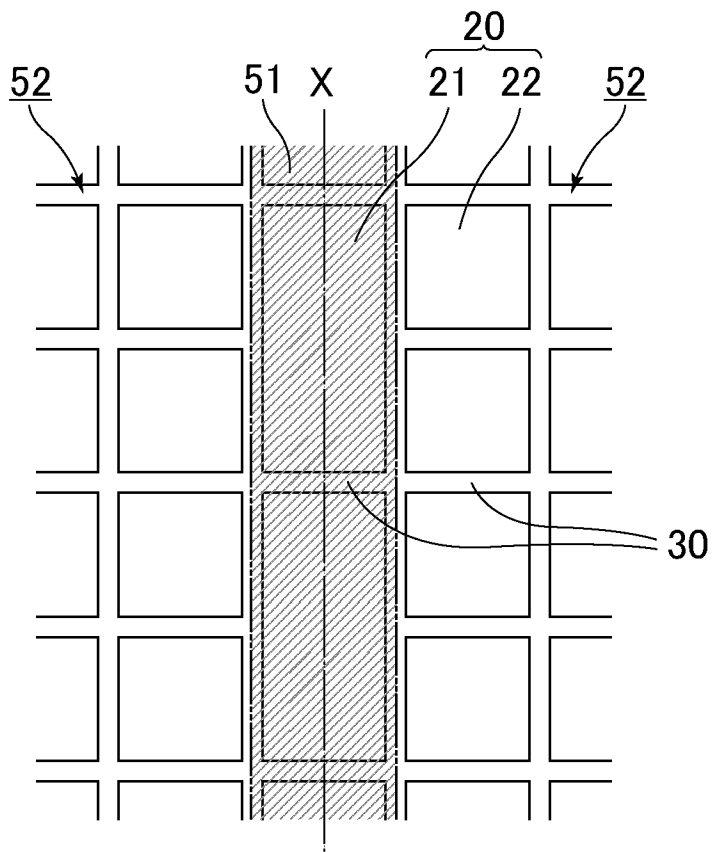


(b)

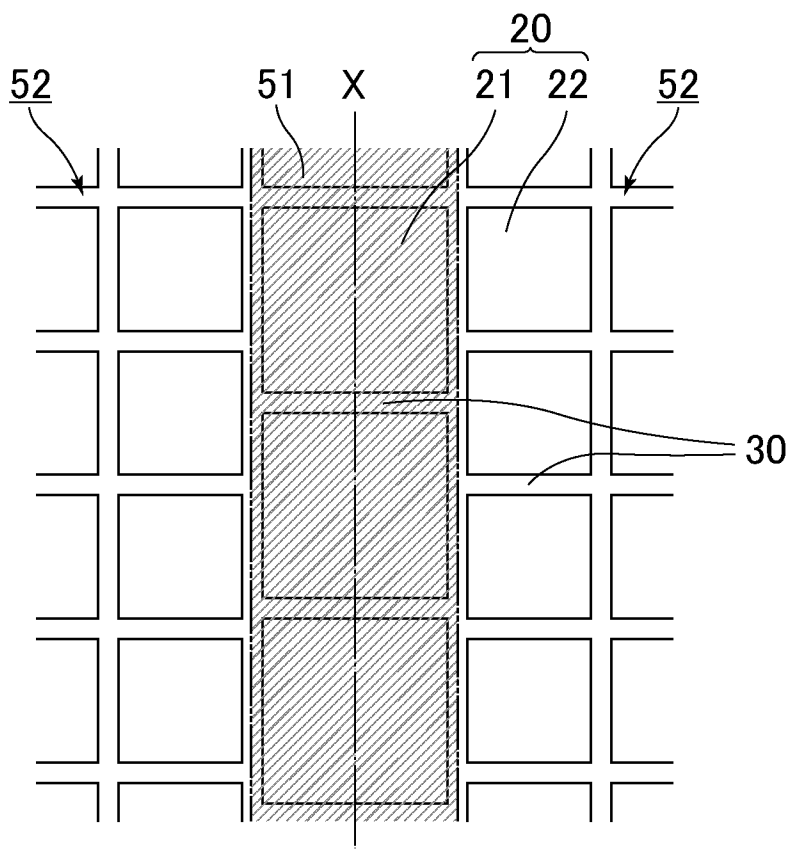


[図3-2]

(c)

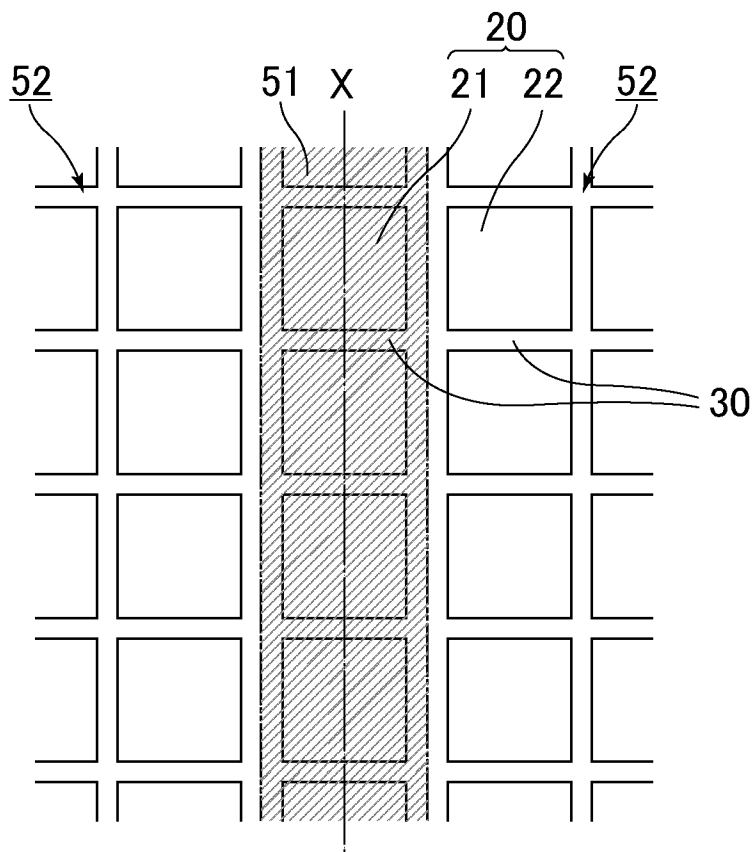


(d)

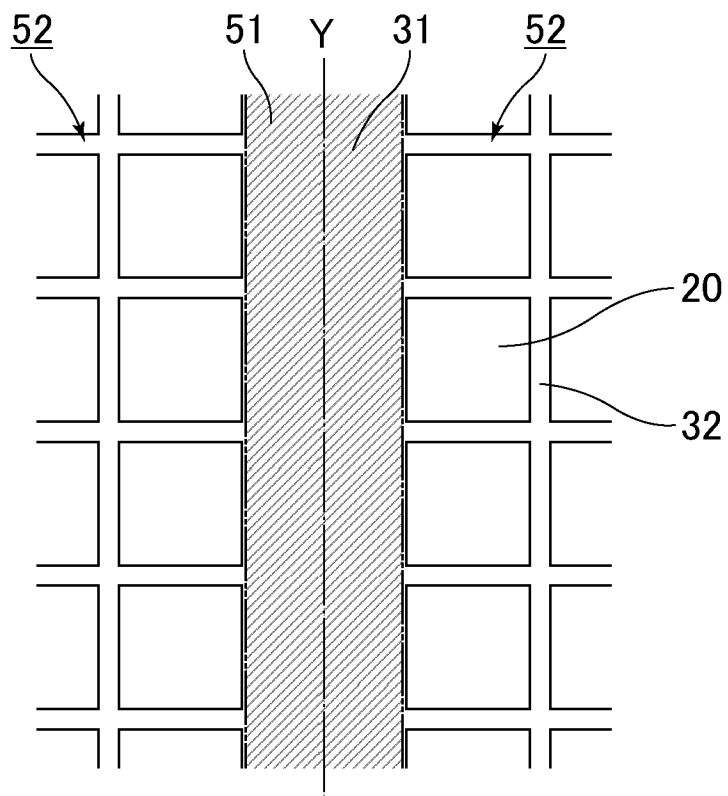


[図3-3]

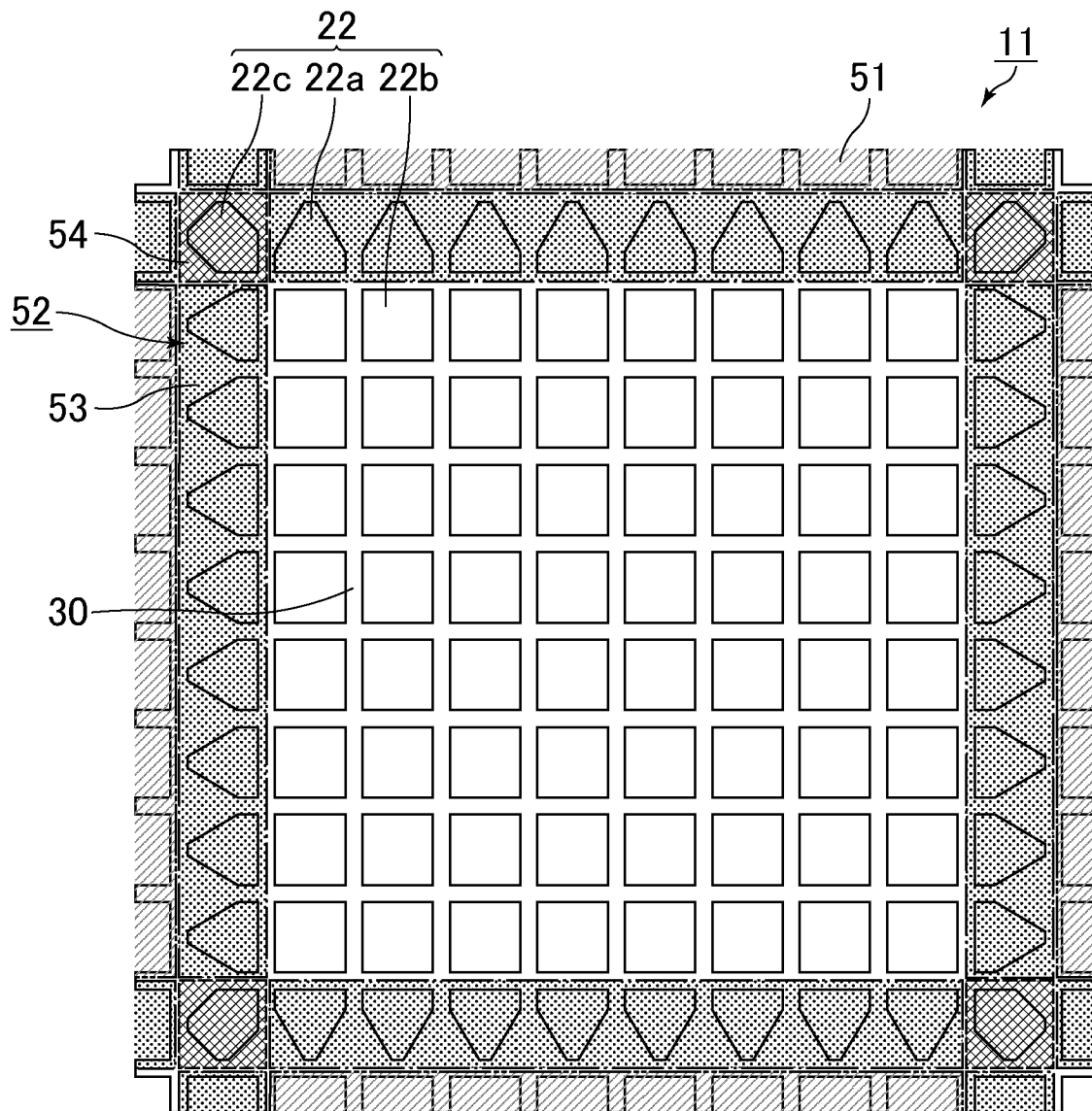
(e)



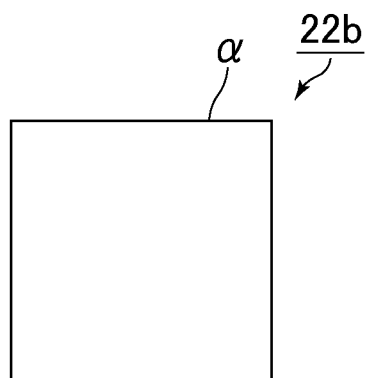
[図4]



[図5]

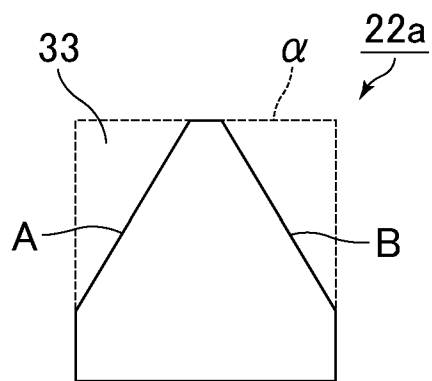


[図6]

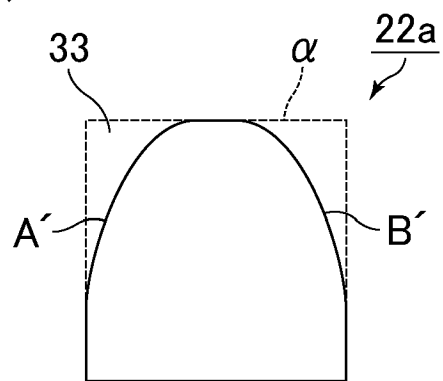


[図7]

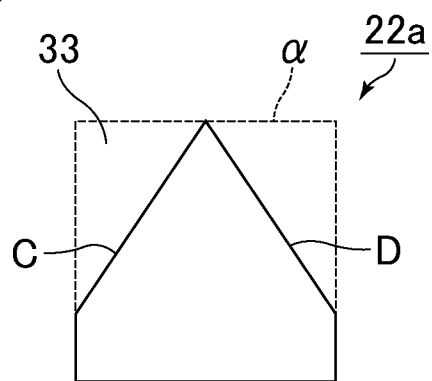
(a)



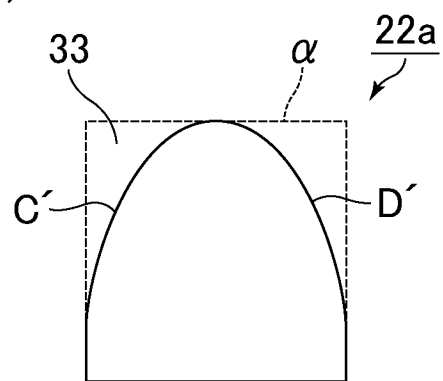
(d)



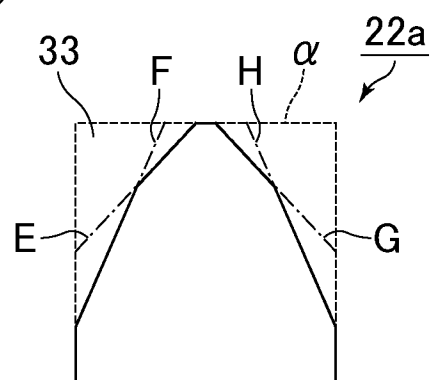
(b)



(e)



(c)



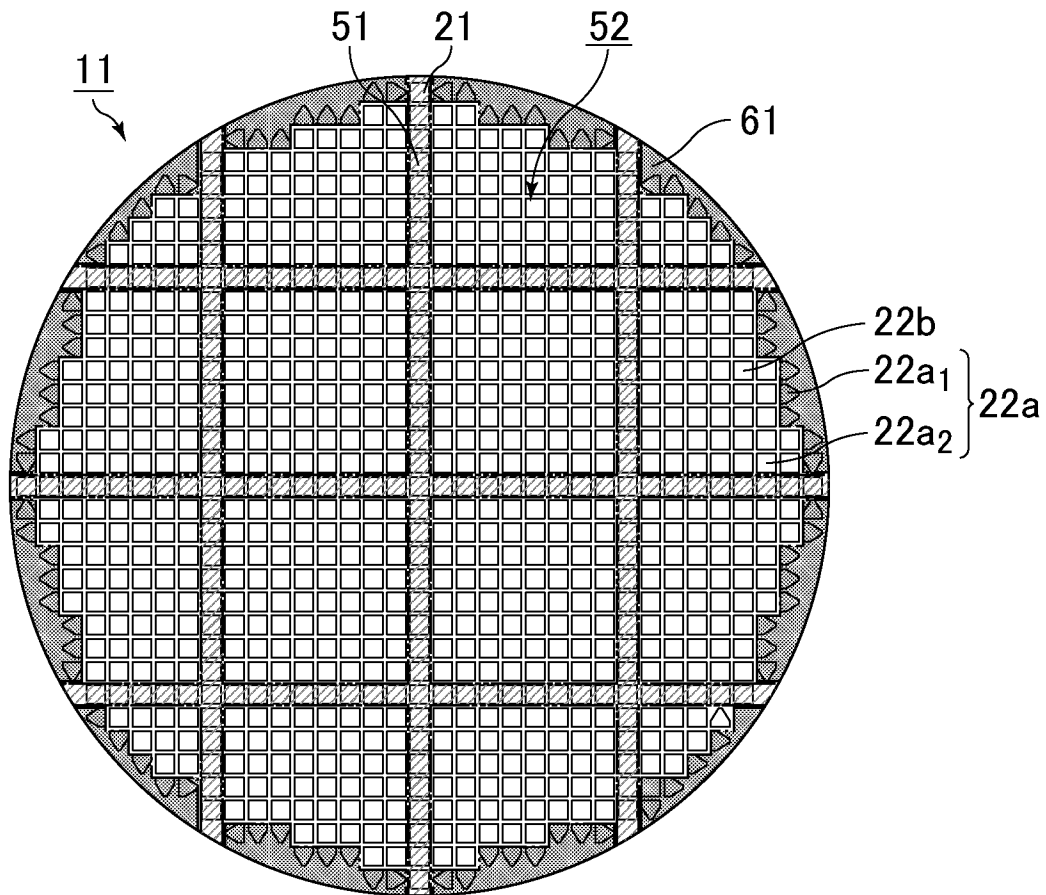
(a)

A diagram showing a square with a diagonal line from the top-left corner to the bottom-right corner. A vertical line is positioned to the left of the square. A dashed line extends from the top-left corner of the square to the right. The angle between the diagonal line and the dashed line is labeled α . The length of the dashed line is labeled L . The vertical line is labeled 22c. The square is labeled 52.

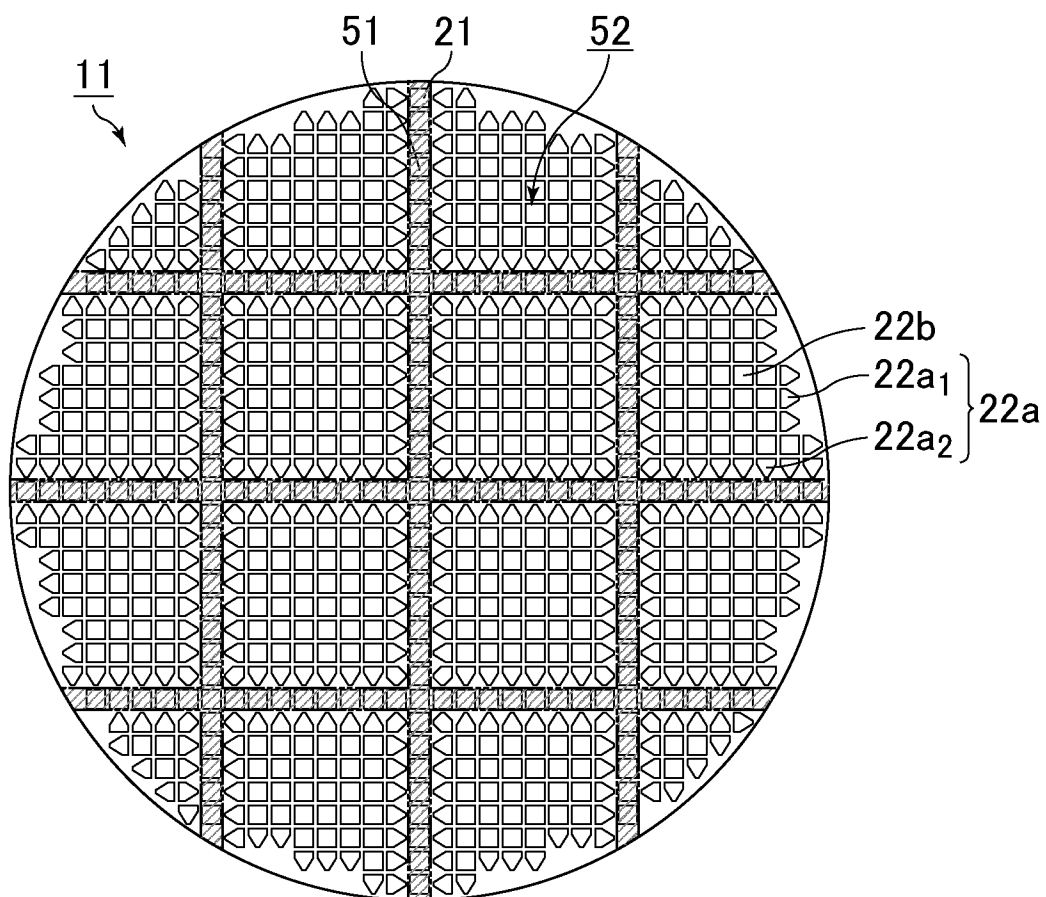
Figure 1 is a schematic diagram of a rectangular structure 52. A curved boundary 22c is shown on the right side of the structure. A dashed line L' is drawn from the top right corner of the structure to the curved boundary 22c. The angle between the dashed line L' and the curved boundary 22c is labeled α .

[図9]

(a)

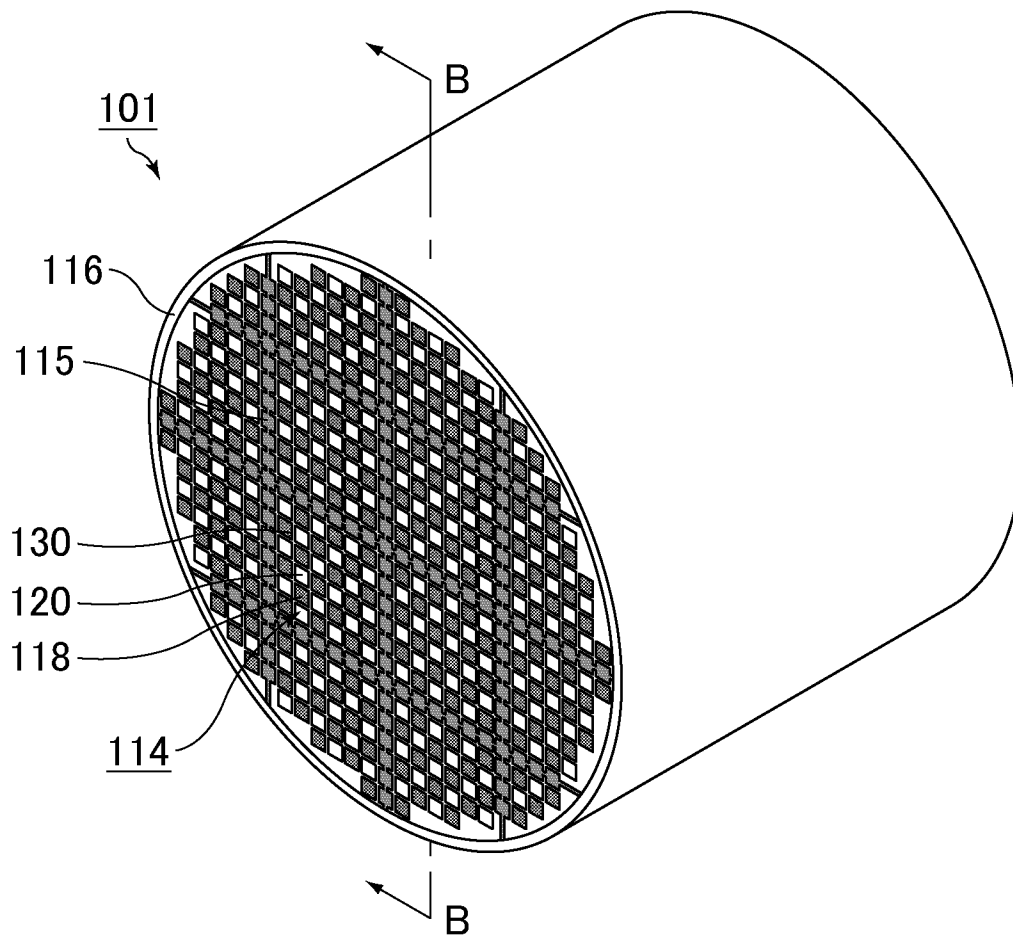


(b)

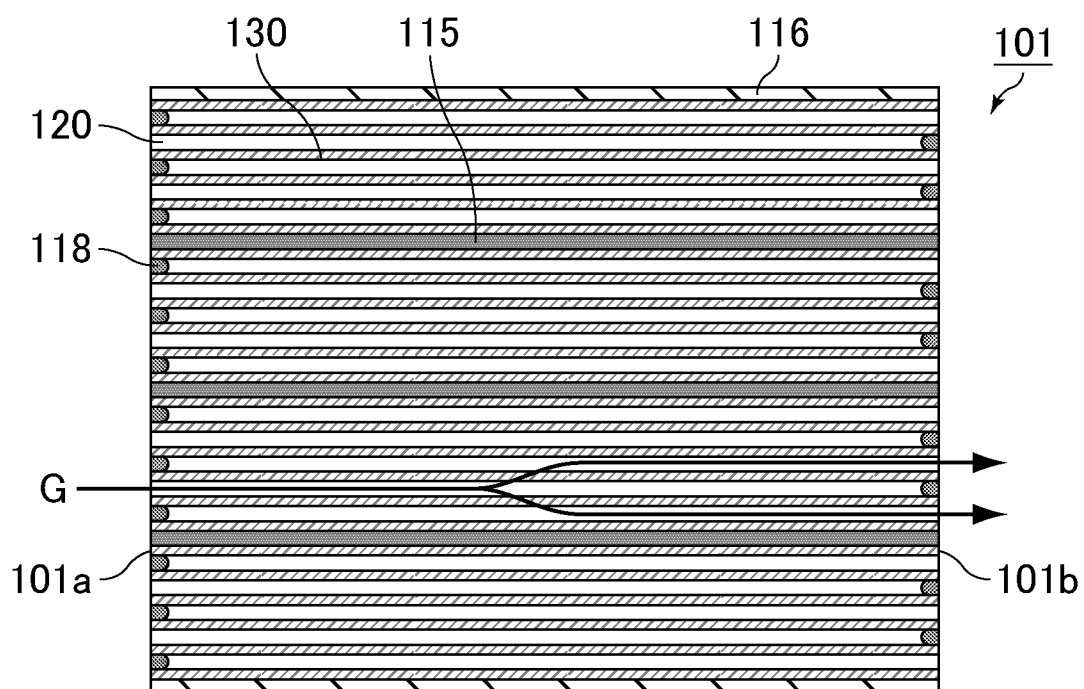


[図10]

(a)



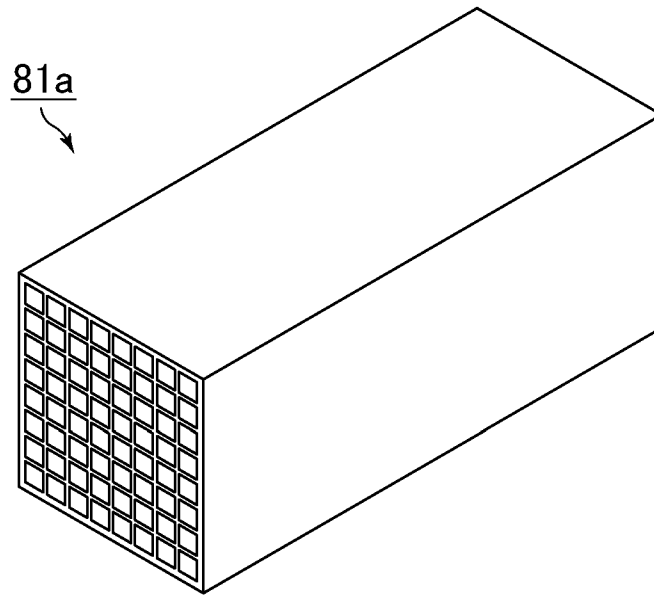
(b)



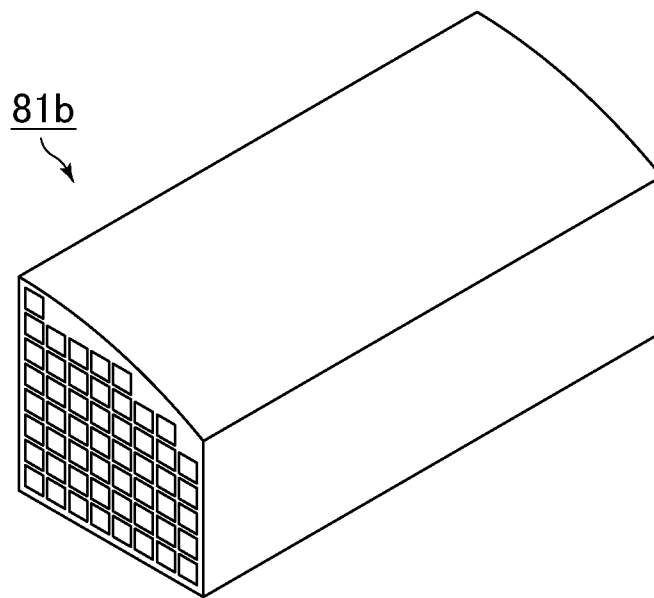
B-B線断面図

[図11]

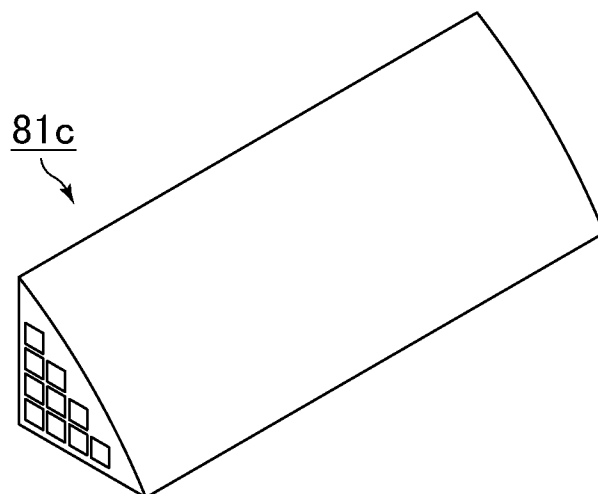
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/075448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B38/00(2006.01)i, B01D39/20(2006.01)i, B01D46/00(2006.01)i, B01J35/04(2006.01)i, B01J37/08(2006.01)i, C04B37/00(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, F01N3/022(2006.01)i, F01N3/28(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)

C04B37/00, C04B38/00-38/10, B01D39/20, B01D46/00, B01J35/04, B01J37/08, C04B41/87, F01N3/022, F01N3/28

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.
A	JP 2009-6326 A (Ibiden Co., Ltd.), 15 January 2009 (15.01.2009), paragraph [0005] & US 2008/0017572 A1 paragraph [0005] & WO 2003/086579 A1 & EP 1829596 A1 & DE 60324121 D & AT 411095 T	1-15
A	JP 8-28246 A (Ibiden Co., Ltd.), 30 January 1996 (30.01.1996), full specification & US 5914187 A full specification & WO 1997/025203 A1 & EP 816065 A1 & DE 69636077 D & DK 1306358 T	1-15

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

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

Date of the actual completion of the international search
04 November 2015 (04.11.15)

Date of mailing of the international search report
17 November 2015 (17.11.15)

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/JP2015/075448

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-91632 A (Ibiden Co., Ltd.), 05 April 1994 (05.04.1994), full specification (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C04B38/00(2006.01)i, B01D39/20(2006.01)i, B01D46/00(2006.01)i, B01J35/04(2006.01)i, B01J37/08(2006.01)i, C04B37/00(2006.01)i, C04B41/87(2006.01)i, F01N3/022(2006.01)i, F01N3/28(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. C04B37/00, C04B38/00-38/10, B01D39/20, B01D46/00, B01J35/04, B01J37/08, C04B41/87, F01N3/022, F01N3/28

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
A	JP 2009-6326 A (イビデン株式会社) 2009.01.15, [0005] & US 2008/0017572 A1, [0005] & WO 2003/086579 A1 & EP 1829596 A1 & DE 60324121 D & AT 411095 T	1-15
A	JP 8-28246 A (イビデン株式会社) 1996.01.30, 明細書全文 & US 5914187 A, 明細書全文 & WO 1997/025203 A1 & EP 816065 A1 & DE 69636077 D & DK 1306358 T	1-15
A	JP 6-91632 A (イビデン株式会社) 1994.04.05, 明細書全文 (ファ	1-15

☒ 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 4 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 1 . 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 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)

末松 佳記

4 T

3 4 4 3

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

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
	ミリーなし)	