

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-222150

(P2010-222150A)

(43) 公開日 平成22年10月7日(2010.10.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C O 4 B 37/00 (2006.01)	C O 4 B 37/00 Z	3 G O 9 0
B O 1 D 39/20 (2006.01)	B O 1 D 39/20 D	4 D O 1 9
F O 1 N 3/02 (2006.01)	F O 1 N 3/02 3 O 1 C	4 G O 2 6
B 2 8 B 3/26 (2006.01)	B 2 8 B 3/26 A	4 G O 5 4

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-68402 (P2009-68402)
 (22) 出願日 平成21年3月19日 (2009. 3. 19)

(71) 出願人 000004064
 日本碍子株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 (74) 代理人 100088616
 弁理士 渡邊 一平
 (74) 代理人 100089347
 弁理士 木川 幸治
 (74) 代理人 100135987
 弁理士 菅野 重慶
 (74) 代理人 100154379
 弁理士 佐藤 博幸
 (74) 代理人 100154829
 弁理士 小池 成

最終頁に続く

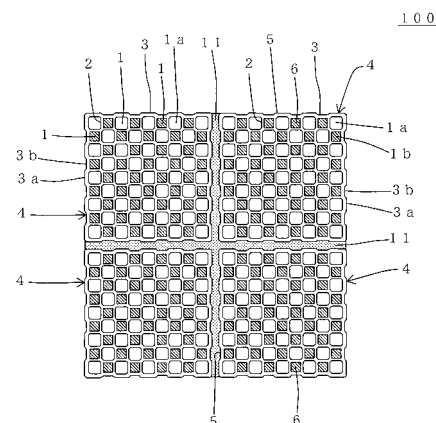
(54) 【発明の名称】 ハニカム構造体

(57) 【要約】

【課題】捕集した粒子状物質を燃焼する操作（再生）を繰り返したときに、ハニカム構造体が分断されることを防止でき、更にアイソスタティック強度を向上させ及び再生時の最高温度を抑制できるハニカム構造体を提供する。

【解決手段】複数のセル1を区画形成する多孔質の隔壁2及び最外周に位置し隔壁2より厚い外周壁3を有し、一方の端部が開口され且つ他方の端部が目封止された第1のセル1aと、一方の端部が目封止され且つ他方の端部が開口された第2のセル1bとが交互に配設され、中心軸方向に直交する断面において第1のセル1aの面積が第2のセル1bの面積より大きく、外周壁3が、第1のセル1aの外形に沿う部分が凸状に形成されると共に第2のセル1bの外形に沿う部分が凹状に形成されたハニカムセグメント4を、複数個備え、複数のハニカムセグメント4が接合部により接合されたハニカム構造体100。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体の流路となる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁及び最外周に位置し前記隔壁より厚い外周壁を有し、一方の端部が開口され且つ他方の端部が目封止された第 1 のセルと、前記一方の端部が目封止され且つ他方の端部が開口された第 2 のセルとが交互に配設され、中心軸方向に直交する断面において前記第 1 のセルの面積が前記第 2 のセルの面積より大きく、前記外周壁が、前記第 1 のセルの外形に沿う部分が凸状に形成されると共に前記第 2 のセルの外形に沿う部分が凹状に形成されたハニカムセグメントを、複数個備え、

前記複数のハニカムセグメントが、互いの側面同士が対向するように隣接して配置されると共に、前記対向する側面同士が接合部により接合されたハニカム構造体。

10

【請求項 2】

前記外周壁の厚さが前記隔壁の厚さの 2 倍以下である請求項 1 に記載のハニカム構造体。

【請求項 3】

前記第 1 のセルの外形に沿う前記外周壁の厚さが、前記第 2 のセルの外形に沿う前記外周壁の厚さとは異なる厚さである請求項 1 又は 2 に記載のハニカム構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、ハニカム構造体に関し、さらに詳しくは、捕集した粒子状物質を燃焼する操作（再生）を繰り返したときに、ハニカム構造体が分断されることを防止でき、更にアイソスタティック強度を向上させ及び再生時の最高温度を抑制できるハニカム構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

化学、電力、鉄鋼等の様々な分野において、環境対策や特定物資の回収等のために使用される触媒装置用の担体、又はフィルタとして、耐熱性、耐食性に優れるセラミック製のハニカム構造体が採用されている。特に、近時では、ハニカム構造体は、両端面のセル開口部を交互に目封止して目封止ハニカム構造体とし、ディーゼル機関等から排出される粒子状物質（PM：パティキュレートマター）を捕集するディーゼルパティキュレートフィルタ（DPF）として盛んに用いられている。そして、高温、腐食性ガス雰囲気下で使用するハニカム構造体の材料としては、耐熱性、化学的安定性に優れた、炭化珪素（SiC）、コーゼライト、チタン酸アルミニウム（AT）等が好適に用いられている。

30

【0003】

炭化珪素は、熱膨張率が比較的大きいため、炭化珪素を骨材として形成されるハニカム構造体は、大きなものを形成すると使用時に熱衝撃により欠陥が生じることがある。また、捕集した粒子状物質を燃焼除去する際の熱衝撃により欠陥が生じることがある。そのため、炭化珪素を骨材として形成されるハニカム構造体については、所定の大きさ以上のものを製造する場合、通常、複数の小さい目封止ハニカム構造体のセグメント（ハニカムセグメント）を作製し、それらセグメントを接合して、一つの大きい接合体を作製し、その外周を粗加工、研削して円筒状等の所望の形状の目封止ハニカム構造体としている（例えば、特許文献 1 参照）。そして、セグメントの接合は接合材を用いて行い、所定のセグメントの側面（外周面）に接合材を塗布して、複数のセグメントをその側面同士で接合している。それにより、複数のセグメントが接合部を介して接合されたハニカム構造体を得られる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003-291054 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このような、ハニカムセグメントをそれぞれの側面で接合材（接合部）により接合して形成されたハニカム構造体は、DPFとして使用し、捕集した粒子状物質を燃焼させる操作（再生）を繰り返したときに、加熱、冷却の繰り返しにより、ハニカムセグメントと接合部とが剥がれ、更にはハニカム構造体が分断することがあるという問題があった。

【0006】

本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、捕集した粒子状物質を燃焼する操作（再生）を繰り返したときに、ハニカムセグメントと接合部とが剥がれることを防止することによりハニカム構造体が分断されることを防止することができ、更にアイソスタティック強度及び再生時の最高温度を抑制できるハニカム構造体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の課題を解決するため、本発明は、以下のハニカム構造体を提供する。

【0008】

〔1〕 流体の流路となる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁及び最外周に位置し前記隔壁より厚い外周壁を有し、一方の端部が開口され且つ他方の端部が目封止された第1のセルと、前記一方の端部が目封止され且つ他方の端部が開口された第2のセルとが交互に配設され、中心軸方向に直交する断面において前記第1のセルの面積が前記第2のセルの面積より大きく、前記外周壁が、前記第1のセルの外形に沿う部分が凸状に形成されると共に前記第2のセルの外形に沿う部分が凹状に形成されたハニカムセグメントを、複数個備え、前記複数個のハニカムセグメントが、互いの側面同士が対向するように隣接して配置されると共に、前記対向する側面同士が接合部により接合されたハニカム構造体。

【0009】

〔2〕 前記外周壁の厚さが前記隔壁の厚さの2倍以下である〔1〕に記載のハニカム構造体。

【0010】

〔3〕 前記第1のセルの外形に沿う前記外周壁の厚さが、前記第2のセルの外形に沿う前記外周壁の厚さとは異なる厚さである〔1〕又は〔2〕に記載のハニカム構造体。

【発明の効果】

【0011】

本発明のハニカム構造体によれば、各ハニカムセグメントの外周壁が、第1のセルの外形に沿う部分が凸状に形成されると共に第2のセルの外形に沿う部分が凹状に形成されるため、ハニカムセグメントの外周壁とそれに接触している接合部との接触面積が大きくなり、ハニカムセグメントと接合部との接合強度が強くなるため、再生を繰り返すことによりハニカムセグメント及び接合部に引張応力と圧縮応力とが交互にかかっても、ハニカムセグメントと接合部とが引き剥がされることを防止することができ、ハニカム構造体が分断されることを防止することができる。また、各ハニカムセグメントの外周壁が隔壁より厚いため、アイソスタティック強度が向上し、更に外周壁が厚いことによりハニカム構造体の熱容量が増大するため再生時の最高温度を抑制することができ、結果として再生限界値が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明のハニカム構造体の一の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図2】図1における領域Aを拡大して模式的に示す平面図である。

【図3】本発明のハニカム構造体の一実施形態を示し、一方の端面側の一部を拡大して模式的に示した平面図である。

【図4】本発明のハニカム構造体の一実施形態を製造する方法において、製造過程におい

10

20

30

40

50

て作製されるハニカム成形体を示し、柱状構造のハニカム成形体の中心軸方向に直交する断面を示す模式図である。

【図 5】本発明のハニカム構造体の他の実施形態の、一方の端面の一部を模式的に示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

次に本発明を実施するための形態を図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、適宜設計の変更、改良等が加えられることが理解されるべきである。

【0014】

本発明のハニカム構造体の一の実施形態は、図 1～図 3 に示すように、「流体の流路となる複数のセル 1 を区画形成する多孔質の隔壁 2 及び最外周に位置し隔壁より厚い外周壁 3 を有し、一方の端部が開口され且つ他方の端部が目封止された（他方の端部に目封止部が形成された）第 1 のセル 1 a と、一方の端部が目封止され（一方の端部に目封止部 6 が形成され）且つ他方の端部が開口された第 2 のセル 1 b とが交互に配設され、中心軸方向（セルが延びる方向）に直交する断面において第 1 のセル 1 a の面積が第 2 のセル 1 b の面積より大きく、外周壁 3 が、第 1 のセル 1 a の外形に沿う部分（凸状部 3 a）が凸状に形成されると共に第 2 のセル 1 b の外形に沿う部分（凹状部 3 b）が凹状に形成された」ハニカムセグメント 4 を、複数個備え、複数個のハニカムセグメント 4 が、互いの側面 5 同士が対向するように隣接して配置されると共に、対向する側面 5 同士が接合部 1 1 により接合されたものである。外周壁 3 は、隔壁 2 全体を取り囲むように配設されている。図 1 は、本発明のハニカム構造体の一の実施形態を模式的に示す斜視図であり、図 2 は、図 1 における領域 A を拡大して模式的に示す平面図である。図 2 は、本実施形態のハニカム構造体 100 を構成するハニカムセグメントの中の、隣接する 4 つのハニカムセグメントの一方の端面側を示す平面図である。ハニカムセグメントの一方の端面側は、各セルの一方の端部側である。図 3 は、本発明のハニカム構造体の一実施形態を示し、一方の端面側の一部を拡大して模式的に示した平面図である。図 3 においては、接合部は省略されている。

【0015】

このように、各ハニカムセグメントの外周壁が、第 1 のセルの外形に沿う部分が凸状に形成されると共に第 2 のセルの外形に沿う部分が凹状に形成されるため、ハニカムセグメントの外周壁とそれに接触している接合部との接触面積が大きくなり、ハニカムセグメントと接合部との接合強度が強くなるため、再生を繰り返すことによりハニカムセグメント及び接合部に引張応力と圧縮応力とが交互にかかっても、ハニカムセグメントと接合部とが引き剥がされることを防止することができ、ハニカム構造体が分断されることを防止することができる。また、ハニカムセグメントの側面が平坦である場合には、最外周に位置する面積の大きな第 1 のセルの面積を、ハニカムセグメントの平坦な外周壁の形状に合わせて小さく変形させる必要があるが、本発明のハニカム構造体は、各ハニカムセグメントが、複数の第 1 のセルの中の最も外側に位置する第 1 のセルを形成する外周壁が、第 1 のセルの外形に沿うように凸状に形成されているため、最外周に位置する面積の大きな第 1 のセルの面積を小さく変形させる必要がなく、排ガスに含有される粒子状物質をより多く捕集することができる。また、各ハニカムセグメントの外周壁が隔壁より厚いため、アイソスタティック強度が向上する。更に、各ハニカムセグメントの外周壁が隔壁より厚いことにより、外周壁と隔壁の厚さが同じ場合に対してハニカム構造体の熱容量が増大するため、再生時の最高温度を抑制することができ、結果として再生限界値が向上する。

【0016】

本実施形態のハニカム構造体 100 は、外周壁 3 の厚さが隔壁 2 の厚さより厚いものである。そして、外周壁 3 の厚さが隔壁 2 の厚さの 2 倍以下であることが好ましく、1.5～2 倍であることが更に好ましい。外周壁 3 の厚さが隔壁 2 の厚さの 2 倍を超えると、ハ

ニカム構造体 100 に排ガス等を流したときの圧力損失が上昇することがある。

【0017】

ここで、「外周壁 3 の厚さが隔壁 2 の厚さより厚い」とは、凸状部 3 a の隔壁厚さ T_1 (図 3 を参照)、凹状部 3 b の隔壁厚さ T_2 (図 3 を参照) 及び外周傾斜隔壁の厚さ T_3 (図 3 を参照) のいずれもが、隔壁厚さ t_1 より厚いことを意味する。また、「外周壁 3 の厚さが隔壁 2 の厚さの 2 倍以下である」とは、凸状部 3 a の隔壁厚さ T_1 、凹状部 3 b の隔壁厚さ T_2 及び外周傾斜隔壁 3 c の厚さ T_3 のいずれもが、隔壁厚さ t_1 の 2 倍以下であることを意味する。「外周傾斜隔壁 3 c」とは、図 3 に示すように、ハニカム構造体 100 の中心軸に直交する断面において、外周壁 3 の中で、第 1 のセルと第 2 のセルとが交互に並ぶ方向に対して傾斜した方向に延びる隔壁である。換言すれば、外周壁 3 の中で、凸状部 3 a の隔壁と凹状部 3 b の隔壁とを斜め (凸状部 3 a の隔壁及び凹状部 3 b の隔壁の延びる方向に対して斜め) に繋ぐ隔壁である。尚、凹凸形状の外周壁 3 において、凸状部 3 a 及び凹状部 3 b には、上記外周傾斜隔壁 3 c の部分は含まれない。

10

【0018】

また、第 1 のセルの外形に沿う外周壁 (凸状部 3 a) の厚さ (凸状部 3 a の隔壁厚さ T_1) が、第 2 のセルの外形に沿う外周壁 (凹状部 3 b) の厚さ (凹状部 3 b の隔壁厚さ T_2) とは異なる厚さであることが好ましく、凸状部 3 a の隔壁厚さ T_1 が、凹状部 3 b の隔壁厚さ T_2 とは異なる厚さであることにより、外周壁 3 の凹状に形成された部分 (凹状部 3 b) を基準にして外周壁 3 の凸状に形成された部分 (凸状部 3 a) の高さ H (図 3 を参照) を任意の高さに設計することが出来る。凸状部 3 a の隔壁厚さ T_1 は、0.2 ~ 1.5 mm であることが好ましい。また、凹状部 3 b の隔壁厚さ T_2 は、0.2 ~ 1.5 mm であることが好ましい。また、外周傾斜隔壁の厚さ T_3 は、0.2 ~ 1.5 mm であることが好ましい。

20

【0019】

本実施形態のハニカム構造体 100 においては、外周壁 3 の凹状に形成された部分 (凹状部 3 b) を基準にして外周壁 3 の凸状に形成された部分 (凸状部 3 a) の高さ H (図 3 を参照) が 0.1 ~ 1.0 mm であることが好ましい。凸状部 3 a の高さ H をこのような範囲とすることにより、ハニカムセグメントと接合部との接合強度をより強くすることが可能となる。凸状部 3 a の高さ H が、0.1 mm より小さいと、ハニカムセグメントと接合部との接合強度を強くする効果が低下することがあり、凸状部 3 a の高さ H が 1.0 mm より大きいと、成形及び焼成時におけるハニカムセグメントの変形等に特に注意を要するため、生産性が低下することがある。

30

【0020】

また、本実施形態のハニカム構造体 100 においては、隣接するハニカムセグメントの対向する一对の外周壁において、一方の外周壁の凹状に形成された部分 (凹状部) から、他方の外周壁の凹状に形成された部分 (凹状部) までの距離 (凹状部 3 b, 3 b 間の距離) D_2 が、0.3 ~ 3.0 mm であることが好ましい。 D_2 が、0.3 mm より短いと、ハニカムセグメントを組み立てるときに、接合材の厚さを制御し難いため生産性が低下することがある。 D_2 が、3.0 mm より長いと、ハニカムセグメントを組み立てるときに、接合材の厚さを制御し難いため生産性が低下することがあり、更に圧力損失が上昇傾向になることがある。「一方の外周壁の凹状に形成された部分から、他方の外周壁の凹状に形成された部分までの距離 D_2 」は、一方の外周壁の凹状に形成された部分から、他方の外周壁の凹状に形成された部分に垂線をひいたときの当該垂線の長さである。従って、一方の外周壁の凹状に形成された部分と、他方の外周壁の凹状に形成された部分とが対向せずに、ずれた位置に配置された場合にも、一方の外周壁の凹状に形成された部分の延長線上に、他方の外周壁の凹状に形成された部分から垂線を下ろしたときの当該垂線の長さになる。

40

【0021】

また、本実施形態のハニカム構造体 100 においては、隣接するハニカムセグメント 4 の対向する一对の外周壁 3, 3 において、凸状部 3 a, 3 a 間の距離 D_1 が 0.1 ~ 1.5 mm であることが好ましい。

50

0 mmであることが好ましく、0.3～0.8 mmであることが更に好ましい。凸状部 3 a, 3 a 間の距離 D 1 が、0.1 mm より短いと、再生時の応力により接合部が変形し、外周壁同士が衝突することがあり、1 mm より長いと、ハニカム構造体に排ガスを流したときの圧力損失が大きくなることがある。「凸状部 3 a, 3 a 間の距離」は、一方の外周壁の凸状部から、他方の外周壁の凸状部に垂線をひいたときの当該垂線の長さである。また、凹状部 3 b, 3 b 間の距離（凹状部 3 b, 3 b 間の距離）D 2 は、D 1 に、H を 2 倍した値を加えた値である。

【0022】

本実施形態のハニカム構造体 100 は、図 2 に示すように、隣接するハニカムセグメント 4 において、凸状部同士が対向するとともに、凹状部同士が対向している。本発明のハニカム構造体は、このように、隣接するハニカムセグメント 4 の凸状部同士、及び凹状部同士が対向することが好ましいが、図 5 に示すハニカム構造体 101 のように、隣接するハニカムセグメント 22、32 の、凸状部 3 a と凹状部 3 b とがそれぞれ対向するように形成されることも好ましい態様である。図 5 は、本発明のハニカム構造体の他の実施形態の、一方の端面の一部を模式的に示す平面図である。

【0023】

本実施形態のハニカム構造体を構成するハニカムセグメントの材料としては、セラミックスが好ましく、強度及び耐熱性に優れることより、炭化珪素、珪素－炭化珪素系複合材料、コージェライト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素－コージェライト系複合材料、リチウムアルミニウムシリケート、チタン酸アルミニウム、鉄－クロム－アルミニウム系合金からなる群から選択される少なくとも 1 種であることが更に好ましい。これらの中でも、炭化珪素又は珪素－炭化珪素系複合材料が特に好ましい。炭化珪素は、熱膨張率が比較的大きいため、炭化珪素を骨材として形成されるハニカム構造体は、大きなものを形成すると使用時に熱衝撃により欠陥が生じることがあったが、本発明のハニカム構造体は、複数のハニカムセグメントが、互いの側面同士が対向するように隣接して配置され、対向する側面同士が接合部により接合された構造であるため、炭化珪素の熱膨張による応力が接合部により緩和され、ハニカム構造体の欠陥の発生を防止することができる。

【0024】

本実施形態のハニカム構造体を構成するハニカムセグメント（ハニカムセグメントを構成する隔壁）は、多孔質であることが好ましい。ハニカムセグメントの気孔率は 30～80 % であり、40～65 % であることが好ましい。気孔率をこのような範囲とすることにより、強度を維持しながら圧力損失を小さくすることができる。気孔率が 30 % 未満であると、圧力損失が上昇することがある。気孔率が 80 % を超えると、強度が低下したり、熱伝導率が低下することがある。気孔率は、水銀ポロシメータにより測定した値である。

【0025】

本実施形態のハニカム構造体を構成するハニカムセグメントは、平均細孔径が 5～50 μm であることが好ましく、7～35 μm であることが更に好ましい。平均細孔径をこのような範囲とすることにより、粒子状物質（PM）を効果的に捕集することができる。平均細孔径が 5 μm 未満であると、粒子状物質（PM）により目詰まりを起こしやすくなることがある。平均細孔径が 50 μm を超えると、粒子状物質（PM）がフィルターに捕集されず通過することがある。平均細孔径は、水銀ポロシメータにより測定した値である。

【0026】

本実施形態のハニカム構造体を構成するハニカムセグメントの材質が炭化珪素である場合、炭化珪素粒子の平均粒径が 5～100 μm であることが好ましい。このような平均粒径とすることにより、フィルターに好適な気孔率、気孔径に制御しやすいという利点がある。平均粒径が 5 μm より小さいと、気孔径が小さくなり過ぎ、100 μm より大きいと気孔率が大きくなり過ぎる。気孔径が小さ過ぎると粒子状物質（PM）により目詰まりを起こしやすくなることがあり、気孔率が大き過ぎると圧力損失が上昇することがある。原料の平均粒径は、JIS R 1629 に準拠して測定した値である。

【0027】

本実施形態のハニカム構造体を構成するハニカムセグメントのセル形状（ハニカム構造体の中心軸方向（セルが延びる方向）に対して垂直な断面におけるセル形状）としては、特に制限はなく、第1のセル及び第2のセルのいずれについても、例えば、三角形、四角形、六角形、八角形、円形、あるいはこれらの組合せを挙げることができる。これらの中でも、図2、図3に示すように、断面積（ハニカム構造体の中心軸方向（セルが延びる方向）に対して垂直な断面の面積）の大きい第1のセル1aが八角形で、断面積の小さい第2のセル1bが四角形であることが好ましい。また、第1のセルが角部がR状に丸く形成された四角形で、第2のセルが四角形であることも好ましい。

【0028】

また、本実施形態のハニカム構造体100においては、中心軸に直交する断面において、第1のセルの幅W1（図3を参照）が0.8～3mmであることが好ましい。また、第2のセルの幅W2（図3を参照）が0.7～2.8mmであることが好ましい。

【0029】

また、第1のセルと第2のセルとの間に位置する隔壁の厚さ（隔壁厚さ）t1（図3を参照）は、傾斜隔壁2aの厚さt2（図3を参照）以下の厚さであることが好ましく、t2より薄いことが更に好ましい。「傾斜隔壁2a」とは、図3に示すように、ハニカム構造体100の中心軸に直交する断面において、第1のセルと第2のセルとが交互に並ぶ方向に対して傾斜した方向に延びる隔壁であり、第2のセルの対角線の延長上に位置し、当該対角線を延長した方向に延びる隔壁である。図3に示すハニカム構造体においては、傾斜隔壁2aは、第1のセルと第2のセルとが交互に並ぶ方向に対して45°傾斜した方向に延びている。隔壁厚さt1は、0.075～1.5mmであることが好ましい。また、傾斜隔壁2aの厚さt2は、0.09～2mmであることが好ましい。また、外周傾斜隔壁3cの厚さT3は、傾斜隔壁2aの厚さt2以上の厚さであることが好ましく、t2より厚いことが更に好ましい。

【0030】

また、ハニカムセグメントのセル密度は、特に制限されないが、0.9～311セル/cm²であることが好ましく、7.8～62セル/cm²であることが更に好ましい。

【0031】

本実施形態のハニカム構造体は、第1のセルの断面積が、第2のセルの断面積より大きく形成されている。ここで、「第1のセルの断面積」又は、「第2のセルの断面積」というときは、「ハニカム構造体の中心軸方向（セルが延びる方向）に直交する断面における断面積」のことである。そして、第1のセルの開口端部側（一方の端部側）から排ガスを流入させ、多孔質の隔壁を透過させて、第2のセルの開口端部側（他方の端部側）から排ガスを排出することにより、第1のセル内部の表面積の大きな隔壁表面に排ガス中の粒子状物質を捕集することができるため、粒子状物質による流入側セルの閉塞を抑制することができるのである。そして、本実施形態のハニカム構造体を構成するハニカムセグメントにおいて、第1のセルの断面積は、第2のセルの断面積に対して、120～300%であることが好ましく、140～250%であることが更に好ましい。第1のセルの断面積が第2のセルの断面積の120%より小さい場合は、流入側セル（第1のセル）の閉塞防止効果が低下することがあり、第1のセルの断面積が第2のセルの断面積の300%より大きい場合は、流出側のセル（第2のセル）の断面積が小さくなるため、圧力損失が大きくなることがある。

【0032】

また、本実施形態のハニカム構造体の中心軸方向に直交する断面において、配置されているハニカムセグメントの個数は、4～144個であることが好ましく、16～100個であることが更に好ましい。ハニカムセグメントの大きさは、中心軸に直交する断面の面積が3～16cm²であることが好ましく、7～13cm²であることが更に好ましい。3cm²より小さいと、ハニカム構造体にガスが流通するときの圧力損失が大きくなることがあり、16cm²より大きいと、ハニカムセグメントの破損防止効果が小さくなることがある。

【0033】

本実施形態のハニカム構造体は、図1、図2に示すように、ハニカムセグメント4の、第2のセルの一方の端部と、第1のセルの他方の端部とに目封止部を有し、第1のセルと第2のセルとが、ハニカムセグメントの端面に市松模様が形成されるように、交互に配置されている。

【0034】

本実施形態のハニカム構造体を構成する接合部11は、隣接するハニカムセグメント間に配置され、ハニカムセグメントが接合部11により接合されている。接合部11は、隣接するハニカムセグメントの対向する側面の全体に配置されることが好ましい。接合部11の材料は、無機繊維、コロイダルシリカ、粘土、SiC粒子等の無機原料に、有機バインダ、発泡樹脂、分散剤等の添加材を加えたものに水を加えて混練したもの等が好ましい。

10

【0035】

本実施形態のハニカム構造体は、図1に示すように、複数個のハニカムセグメント4全体を取り囲むように形成された外周部12を備えることが好ましい。外周部12を備えることにより、ハニカム構造体の真円度が向上する等の効果を奏する。本実施形態のハニカム構造体の外周部12の厚さは、0.1～4.0mmであることが好ましく、0.3～1.0mmであることが更に好ましい。0.1mmより薄いと、外周コートを行うときにクラックが発生し易くなることがある。4.0mmより厚いと、圧力上昇することがある。外周部の厚さというときは、外周部の外周面から、最も近い位置にあるセルまでの距離をいう。

20

【0036】

本実施形態のハニカム構造体の全体の形状は特に限定されず、例えば、円筒形状、オーバル形状等所望の形状とすることができる。また、ハニカム構造体の大きさは、例えば、円筒形状の場合、底面の直径が50～450mmであることが好ましく、100～350mmであることが更に好ましい。また、ハニカム構造体の中心軸方向の長さは、50～450mmであることが好ましく、100～350mmであることが更に好ましい。

【0037】

次に、本発明のハニカム構造体の一実施形態の製造方法について説明する。

【0038】

(1) ハニカムセグメントの作製：

まず、セラミック原料にバインダ、界面活性剤、造孔材、水等を添加して成形原料とする。セラミック原料としては、炭化珪素、珪素－炭化珪素系複合材料、コーージェライト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素－コーージェライト系複合材料、リチウムアルミニウムシリケート、チタン酸アルミニウム、鉄－クロム－アルミニウム系合金からなる群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。これらの中でも、炭化珪素又は珪素－炭化珪素系複合材料が好ましい。珪素－炭化珪素系複合材料とする場合、炭化珪素粉末及び金属珪素粉末を混合したものをセラミック原料とする。セラミック原料の含有量は、成形原料全体に対して30～90質量%であることが好ましい。

30

【0039】

バインダとしては、メチルセルロース、ヒドロキシプロポキシルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコール等を挙げることができる。これらの中でも、メチルセルロースとヒドロキシプロポキシルセルロースとを併用することが好ましい。バインダの含有量は、成形原料全体に対して2～20質量%であることが好ましい。

40

【0040】

水の含有量は、成形原料全体に対して5～50質量%であることが好ましい。

【0041】

界面活性剤としては、エチレングリコール、デキストリン、脂肪酸石鹼、ポリアルコール等を用いることができる。これらは、一種単独で使用してもよいし、二種以上を組み合

50

わせて使用してもよい。界面活性剤の含有量は、成形原料全体に対して0～5質量%であることが好ましい。

【0042】

造孔材としては、焼成後に気孔となるものであれば特に限定されるものではなく、例えば、澱粉、発泡樹脂、吸水性樹脂、シリカゲル等を挙げることができる。造孔材の含有量は、成形原料全体に対して0～20質量%であることが好ましい。

【0043】

次に、成形原料を混練して坯土を形成する。成形原料を混練して坯土を形成する方法としては特に制限はなく、例えば、ニーダー、真空土練機等を用いる方法を挙げることができる。

10

【0044】

次に、坯土を押出成形して図4に示すようなハニカム成形体21を複数個形成する。押出成形に際しては、所望のセグメント形状、セグメントの配置、セル形状、隔壁厚さ、セル密度等を有する口金を用いることが好ましい。口金の材質としては、摩耗し難い超硬合金が好ましい。ハニカム成形体21は、流体の流路となる複数のセル1を区画形成する多孔質の隔壁2と最外周に位置する外周壁3とを有し、中心軸方向に直交する断面において面積の大きな第1のセル1aと面積の小さな第2のセル1bとが交互に並び、外周壁3が、第1のセル1aの外形に沿う部分（凸状部3a）が凸状に形成されると共に第2のセル1bの外形に沿う部分（凹状部3b）が凹状に形成された構造である。図4は、本発明のハニカム構造体の一実施形態を製造する方法において、製造過程において作製されるハニカム成形体を示し、柱状構造のハニカム成形体の中心軸方向に直交する断面を示す模式図である。

20

【0045】

ハニカム成形体21の隔壁厚さ、セル密度、外周部の厚さ等は、乾燥、焼成における収縮を考慮し、作製しようとする本発明のハニカム構造体の構造に合わせて適宜決定することができる。

【0046】

得られたハニカム成形体について、焼成前に乾燥を行うことが好ましい。乾燥の方法は特に限定されず、例えば、マイクロ波加熱乾燥、高周波誘電加熱乾燥等の電磁波加熱方式と、熱風乾燥、過熱水蒸気乾燥等の外部加熱方式とを挙げることができる。これらの中でも、成形体全体を迅速かつ均一に、クラックが生じないように乾燥することができる点で、電磁波加熱方式で一定量の水分を乾燥させた後、残りの水分を外部加熱方式により乾燥させることが好ましい。乾燥の条件として、電磁波加熱方式にて、乾燥前の水分量に対して、30～90質量%の水分を除いた後、外部加熱方式にて、3質量%以下の水分にすることが好ましい。電磁波加熱方式としては、誘電加熱乾燥が好ましく、外部加熱方式としては、熱風乾燥が好ましい。

30

【0047】

次に、ハニカム成形体の中心軸方向長さが、所望の長さではない場合は、両端面（両端部）を切断して所望の長さとするのが好ましい。切断方法は特に限定されないが、丸鋸切断機等を用いる方法を挙げることができる。

40

【0048】

次に、ハニカム成形体21を焼成して、ハニカム焼成体を作製することが好ましい。焼成の前に、バインダ等を除去するため、仮焼成を行うことが好ましい。仮焼成は大気雰囲気において、400～500℃で、0.5～20時間行うことが好ましい。仮焼成及び焼成の方法は特に限定されず、電気炉、ガス炉等を用いて焼成することができる。焼成条件は、窒素、アルゴン等の不活性雰囲気において、1300～1500℃で、1～20時間加熱することが好ましい。

【0049】

次に、得られたハニカム焼成体の、中心軸に直交する断面における面積の小さい第2のセルの一方の端部と、中心軸に直交する断面における面積の大きい第1のセルの他方の端

50

部とに目封止を施し（目封止部を形成し）、ハニカムセグメントを作製する。目封止部を形成する方法は、特に限定されないが、例えば、以下の方法を挙げることができる。ハニカム焼成体の一方の端面にシートを貼り付けた後、当該シートの目封止部を形成しようとするセル（第2のセル）に対応した位置に穴を開ける。そして、目封止部の構成材料をスラリー化した目封止用スラリーに、ハニカム焼成体の当該シートを貼り付けた端面に浸漬し、シートに開けた孔を通じて、目封止部を形成しようとするセル（第2のセル）の開口端部内に目封止用スラリーを充填する。そして、ハニカム焼成体の他方の端面については、一方の端面において目封止を施さなかったセル（第1のセル）について、上記一方の端面に目封止部を形成した方法と同様の方法で目封止部を形成する（目封止スラリーを充填する）。目封止部の構成材料としては、ハニカム成形体の材料と同じものを用いることが好ましい。目封止部を形成した後に、上記焼成条件と同様の条件で焼成を行うことが好ましい。また、目封止部の形成は、ハニカム成形体を焼成する前に行ってもよい。

【0050】

（2）ハニカム構造体の作製：

所定数のハニカムセグメントを接合材で接合して、複数のハニカムセグメントが、互いの側面同士が対向するように隣接して配置されると共に、対向する側面同士が接合部により接合されたハニカムセグメント接合体を形成する。このハニカムセグメント接合体を最終的に得られるハニカム構造体としてもよい。接合部は、対向する側面全体に配設されることが好ましい。接合部は、ハニカムセグメントが熱膨張、熱収縮したときに、体積変化分を緩衝する（吸収する）役割を果たすとともに、各ハニカムセグメントを接合する役割を果たす。

【0051】

接合材をハニカムセグメントの側面に塗布する方法は、特に限定されず、刷毛塗り等の方法を用いることができる。

【0052】

接合材としては、無機繊維、コロイダルシリカ、粘土、SiC粒子等の無機原料に、有機バインダ、発泡樹脂、分散剤等の添加材を加えたものに水を加えて混練したスラリー等を挙げることができる。

【0053】

ハニカムセグメント接合体を形成した後、外周部分を切削して所望の形状にすることができる。ハニカムセグメント接合体を形成した後に、又は、更に外周部分を切削して所望の形状にした後に、外周コート処理を行い、ハニカムセグメント接合体の最外周に外周部を配設してハニカム構造体を得ることが好ましい。例えば、図1（ハニカムセグメント：4個×4個）に示すハニカム構造体を製造する場合には、16個の四角柱状のハニカムセグメントを接合してハニカムセグメント接合体を作製し、ハニカムセグメント接合体の外周を切削して円柱状のハニカムセグメント接合体とし、外周部を配設してハニカム構造体としている。外周コート処理を行うことにより、ハニカム構造体の真円度が向上する等の利点がある。外周コート処理としては、外周コート材をハニカムセグメント接合体の最外周に塗布して、乾燥させる方法を挙げることができる。外周コート材としては、無機繊維、コロイダルシリカ、粘土、SiC粒子、有機バインダ、発泡樹脂、分散剤、水等を混合したもの等を用いることができる。また、外周コート材を塗布する方法は、特に限定されず、ハニカム構造体をろくろ上で回転させながらゴムへら等でコーティングする方法等を挙げることができる。

【実施例】

【0054】

以下、本発明を実施例によって更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

【0055】

（実施例1）

セラミックス原料として、SiC粉、金属Si粉を80：20の質量割合で混合し、こ

れに、成形助材としてメチルセルローズ及びヒドロキシプロポキシメチルセルローズ、造孔材として澱粉と吸水性樹脂、界面活性剤及び水を添加して混練し、真空土練機により四角柱状の坯土を作製した。

【0056】

得られた四角柱状の坯土を押出成形機を用いて、図4に示すような、流体の流路となる複数のセル1を区画形成する多孔質の隔壁2と最外周に位置する外周壁3とを有し、中心軸方向に直交する断面において面積の大きな第1のセル1aと面積の小さな第2のセル1bとが交互に並び、外周壁3が、凸状部3aと凹状部3bとが交互に並ぶように形成された構造のハニカム成形体を形成した。得られたハニカム成形体を高周波誘電加熱乾燥した後、熱風乾燥機を用いて120℃で2時間乾燥し、両端面を所定量切断した。

10

【0057】

得られたハニカム成形体を、熱風乾燥機を用いて120℃で5時間乾燥し、その後、大気雰囲気にて脱臭装置付き大気炉を用いて約450℃で5時間かけて脱脂し、その後、Ar不活性雰囲気にて約1450℃で5時間焼成して、SiC結晶粒子がSiで結合された、多孔質のハニカム焼成体を得た。ハニカム焼成体の平均細孔径は13μmであり、気孔率は41%であった。平均細孔径および気孔率は、水銀ポロシメータにより測定した値である。

【0058】

得られたハニカム焼成体について、第2のセルの一方の端部と、第1のセルの他方の端部とに目封止部を形成した。目封止用の充填材には、ハニカム成形体と同様の材料を用いた。ハニカム焼成体に目封止部を形成した後に、上記焼成条件と同じ条件でハニカム焼成体を焼成し、ハニカムセグメントを形成した。得られたハニカムセグメントは、底面の外形が37.06mm×37.06mm（外周凸部で測定）、中心軸方向長さが155mmであった。また、第1のセルの幅W1は1.24mmであり、第2のセルの幅W2は0.92mmであった。また、隔壁厚さt1は0.38mmであり、凸状部の隔壁厚さT1は0.39mmであり、凹状部の隔壁厚さT2は0.39mmであり、外周傾斜隔壁の厚さT3は0.39mmであった。

20

【0059】

得られたハニカムセグメントを、図1に示すハニカム構造体のように、4個×4個の並びになるようにして、接合材で接合し、ハニカムセグメント接合体を得た。接合材としては、アルミノシリケート無機繊維とSiC粒子との混合物を含有するスラリーを用いた。接合材としては、接合材全体に対して、水を30質量%、アルミノシリケート無機繊維を30質量%、SiC粒子を30質量%含有するものを用いた。尚、接合材に含有されるその他の成分は、有機バインダ、発泡樹脂および分散剤であった。

30

【0060】

得られたハニカムセグメント接合体に外周コート処理を行い、ハニカムセグメント接合体の最外周に外周部を配設させ、ハニカム構造体とした。外周コート材としては無機繊維、コロイダルシリカ、粘土、SiC粒子等の無機原料に、有機バインダ、発泡樹脂、分散剤等の添加材を加えたものに水を加えて混練したものを用いた。

【0061】

得られたハニカム構造体の、外周壁の凸状部の高さH（凹状部を基準にした凸状部の高さH）は、0.16mmであった。また、隣接するハニカムセグメントにおける「凸状部高さの和」は、0.32mmであった。また、凸状部間の距離D1は0.3mmであり、凹状部間の距離D2は0.62mmであった。

40

【0062】

得られたハニカム構造体について、以下の方法で、「アイソスタティック強度（アイソ強度）」、「加熱振動試験」、「再生限界」及び「圧力損失」の評価を行った。結果を表1に示す。尚、表1の「アイソスタティック強度」、「再生限界値」及び「圧力損失」の欄は、実施例1～10、比較例2, 3については、比較例1についての結果を基準として比較例1に対する増減を示し、実施例11～16、比較例5については、比較例4につい

50

ての結果を基準として比較例 4 に対する増減を示している。

【0063】

(アイソスタティック強度)

社団法人自動車技術会発行の自動車規格である J A S O 規格 M 5 0 5 - 8 7 に規定されているアイソスタティック破壊強度の測定方法に準じて測定した。

【0064】

(加熱振動試験)

入口ガス温度を 9 0 0 °C、振動加速度を 5 0 G、振動周波数を 2 0 0 H z とし、排ガス浄化装置に加熱した排気ガスを流入させながら、ハニカム構造体の軸方向に、排ガスによる振動を与えた。評価は、3 0 0 時間後の「ハニカム構造体」の移動量（ずれた量）が、0. 2 mm 未満の場合に「◎」、0. 2 ~ 0. 4 mm の場合に「○」、0. 4 ~ 0. 6 mm (0. 4 mm を含まず) の場合に「△」とした。3 0 0 時間後の当接面の移動量が、0. 6 mm 以下であれば実用上問題ないが、0. 4 mm 以下が好ましい。

10

【0065】

(再生限界値)

ハニカム構造体を D P F として用い、順次、煤の堆積量を増加させて、再生（煤の燃焼）を行い、クラックが発生する限界を確認する。先ず、得られたハニカム構造体の外周に、保持材としてセラミック製非熱膨張性マットを巻き、S U S 4 0 9 製のキャニング用缶体に押し込んで、キャニング構造体とする。その後、ディーゼル燃料（軽油）の燃焼により発生させた煤を含む燃焼ガスを、ハニカム構造体の第 1 セルが開口する側の端面（一の端面）より流入させ、他の端面より流出させることによって、煤をハニカム構造体内に堆積させる。そして、一旦、室温まで冷却した後、ハニカム構造体の上記一の端面より、6 8 0 °C で一定割合の酸素を含む燃焼ガスを流入させ、ハニカム構造体の圧力損失が低下したときに燃焼ガスの流量を減少させることによって、煤を急燃焼させ、その後の目封止ハニカム構造体におけるクラックの発生の有無を確認する。この試験は、煤の堆積量がハニカム構造体の容積 1 リットル当り 4 g（以下 4 g / リットル等と表記）から始め、クラックの発生が認められるまで、0. 5（g / リットル）ずつ増加して、繰り返し行う。各ハニカム構造体について、再生限界値（初期クラック発生時の煤量）（g / リットル）の測定結果（各ハニカム構造体をそれぞれ 5 個について（N = 5）測定した時の平均値）から求めた。

20

30

【0066】

(圧力損失)

特開 2 0 0 5 - 1 7 2 6 5 2 号公報に記載の「フィルタの圧力損失測定装置」を用いて、ハニカム構造体の圧力損失を測定した。測定条件としては、流体の流量を 1 0 N m³ / 分とし、実験時の流体温度を 2 5 °C とした。

【0067】

【表 1】

	W1 (mm)	W2 (mm)	H (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	t1 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	アイソ強度	加熱振動 試験	再生限界値 (g/リットル)	圧力損失 (%)
実施例1	1.24	0.92	0.160	0.3	0.62	0.38	0.39	0.39	+3	◎	+0.1	0
実施例2	1.24	0.92	0.160	0.3	0.62	0.38	0.58	0.58	+6	◎	+0.3	+1
実施例3	1.24	0.92	0.160	0.5	0.82	0.38	0.76	0.76	+9	◎	+0.6	+3
実施例4	1.24	0.92	0.160	0.3	0.62	0.38	0.85	0.85	+12	◎	+0.8	+4
実施例5	1.24	0.92	0.350	0.3	1.00	0.38	0.58	0.39	+3	◎	+0.2	0
実施例6	1.24	0.92	0.340	0.8	1.48	0.38	0.76	0.58	+6	◎	+0.5	+2
実施例7	1.24	0.92	0.250	0.5	1.00	0.38	0.85	0.76	+9	◎	+0.7	+3
実施例8	1.24	0.92	0.100	0.4	0.60	0.38	0.39	0.45	+3	◎	+0.2	0
実施例9	1.24	0.92	0.100	0.4	0.60	0.38	0.58	0.64	+6	◎	+0.4	+2
実施例10	1.24	0.92	0.100	0.4	0.60	0.38	0.76	0.82	+9	◎	+0.7	+3
実施例11	1.26	0.95	0.155	0.3	0.61	0.25	0.26	0.26	+3	◎	+0.1	0
実施例12	1.26	0.95	0.155	0.3	0.61	0.25	0.50	0.50	+8	◎	+0.4	+1
実施例13	1.26	0.95	0.155	0.3	0.61	0.25	0.62	0.62	+11	◎	+0.6	+3
実施例14	1.26	0.95	0.265	0.5	1.03	0.25	0.41	0.30	+4	◎	+0.3	+1
実施例15	1.26	0.95	0.245	0.3	0.79	0.25	0.50	0.41	+6	◎	+0.4	+1
実施例16	1.26	0.95	0.105	0.6	0.81	0.25	0.27	0.32	+3	◎	+0.2	0
比較例1	1.24	0.92	0.160	0.3	0.62	0.38	0.38	0.38	—	◎	—	—
比較例2	1.24	0.92	1.000	2.2	4.20	0.38	1.22	0.38	0	◎	+0.4	+6
比較例3	1.24	0.92	0.090	1.2	1.38	0.38	0.38	0.45	0	○	+0.1	+4
比較例4	1.26	0.95	0.105	0.3	0.51	0.25	0.20	0.25	—	◎	—	—
比較例5	1.26	0.95	1.305	0.3	2.91	0.25	1.40	0.25	0	◎	+0.2	+4

【0068】

(実施例2～16、比較例1～5)

第1のセルの幅W1、第2のセルの幅W2、隔壁厚さt1、凸状部の隔壁厚さT1、凹

10

20

30

40

50

状部の隔壁厚さ T_2 、外周壁の凸状部の高さ H 、凸状部間の距離 D_1 及び凹状部間の距離 D_2 の値を表1に示すように変え、 T_3 は、 T_1 または T_2 の内のいずれか厚い方の厚さと同じ厚さとした以外は実施例1と同様にしてハニカム構造体を作製した。実施例1の場合と同様にして、「アイソスタティック強度（アイソ強度）」、「加熱振動試験」、「再生限界」及び「圧力損失」の評価を行った。結果を表1に示す。なお、ハニカムセグメントの底面の外形寸法が、略 $37\text{ mm} \times 37\text{ mm}$ （凸部で測定）となるようなセル数を選択して製作した。

【0069】

表1より、実施例1～16のハニカム構造体は、アイソスタティック強度、加熱振動試験、再生限界及び圧力損失の各評価について良好な結果であることがわかる。特に、アイソスタティック強度の評価において良好な結果を示している。これに対し、比較例1～5のハニカム構造体は、外周壁（ T_1 、 T_2 、 T_3 ）の厚さが、隔壁（ t_1 ）の厚さと同じか、又は隔壁（ t_1 ）の厚さより薄いため、アイソスタティック強度が低いことがわかる。また、実施例1等と比較例1より、 T_1 及び T_2 を t_1 より厚くすることにより、再生限界値が向上することがわかる。

【産業上の利用可能性】

【0070】

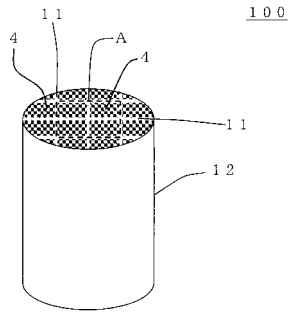
本発明のハニカム構造体の製造方法は、化学、電力、鉄鋼等の様々な分野において、環境対策や特定物資の回収等のために使用される触媒装置用の担体、又はフィルタとして好適に利用することができる。

【符号の説明】

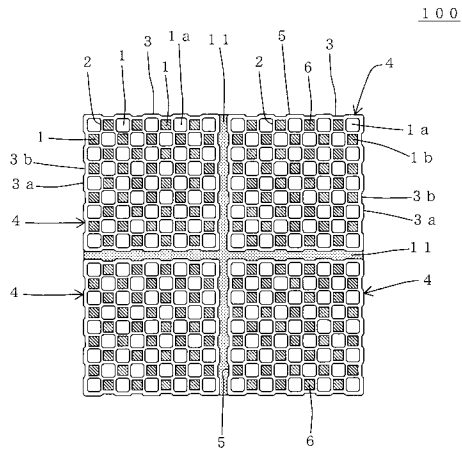
【0071】

1：セル、1a：第1のセル、1b：第2のセル、2：隔壁、2a：傾斜隔壁、3：外周壁、3a：凸状部、3b：凹状部、3c：外周傾斜隔壁、4，22，32：ハニカムセグメント、5：側面、6：目封止部、11：接合部、12：外周部、21：ハニカム成形体、100，101：ハニカム構造体、A：領域（4つのハニカムセグメントを含む領域）、H：凸状部の高さ、 D_1 ：凸状部間の距離、 D_2 ：凹状部間の距離、 W_1 ：第1のセルの幅、 W_2 ：第2のセルの幅、 t_1 ：隔壁厚さ、 t_2 ：傾斜隔壁の厚さ、 T_1 ：凸状部の隔壁厚さ、 T_2 ：凹状部の隔壁厚さ、 T_3 ：外周傾斜隔壁の厚さ。

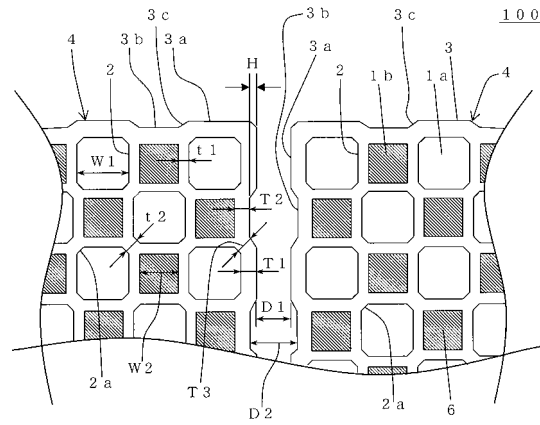
【図 1】



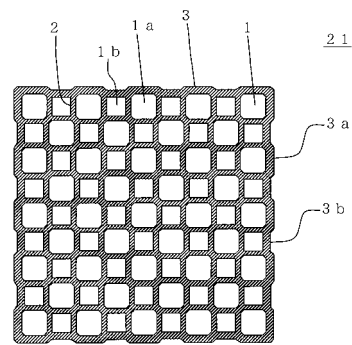
【図 2】



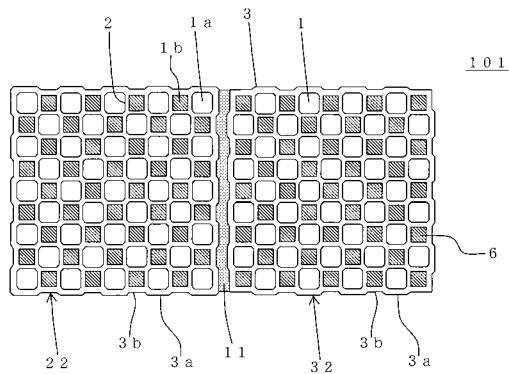
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 敏雄

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

(72)発明者 永田 晃士

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

F ターム(参考) 3G090 AA02

4D019 AA01 BA05 BB06 BD01 CA01 CB04

4G026 BA14 BA21 BB14 BB31 BB37 BE04 BF03 BG05 BH13

4G054 AA05 AA11 AB09 BD19