

(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
2011年9月1日(01.09.2011)



PCT



(10) 国際公開番号
WO 2011/105567 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/86 (2006.01) *F01N 3/24* (2006.01)
B01J 35/04 (2006.01) *F01N 3/28* (2006.01)
F01N 3/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/054357
- (22) 国際出願日: 2011年2月25日(25.02.2011)
- (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 2010-041814 2010年2月26日(26.02.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 野口 康 (NOGUCHI, Yasushi) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 金田 淳志 (KANEDA, Atsushi) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 井上 崇行 (INOUE, Takayuki) [JP/JP]; 〒

4678530 愛知県名古屋市長区瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

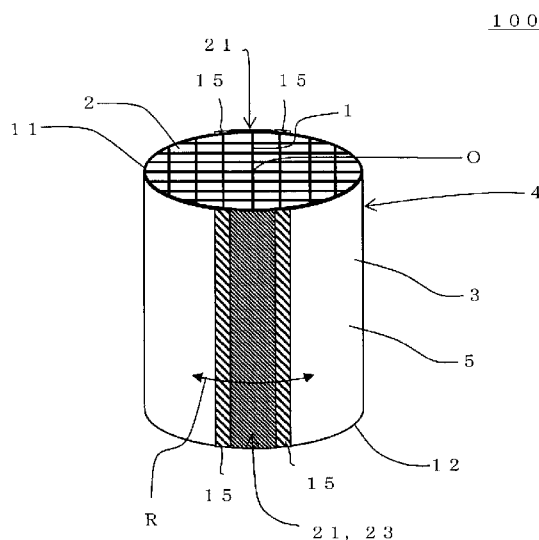
- (74) 代理人: 渡邊 一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒1110053 東京都台東区浅草橋3丁目20番18号 第8菊星タワービル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: HONEYCOMB STRUCTURE

(54) 発明の名称: ハニカム構造体

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a honeycomb structure, which has an electrode portion that can be formed easily, and which functions not only as a catalyst carrier but also as a heater. Specifically disclosed is a honeycomb structure (100) which comprises: a honeycomb structure part (4); a pair of lateral electrodes (23, 23) that are arranged on the lateral surface of the honeycomb structure part (4); and one or more intermediate layers (15) that are arranged between the honeycomb structure part (4) and each lateral electrode (23). The honeycomb structure part (4) contains silicon and silicon carbide particles having an average particle diameter of 3-40 μm , and the ratio of silicon (Si) to silicon carbide (SiC), namely Si/SiC is from 10/90 to 40/60. Each lateral electrode (23) contains silicon carbide particles having an average particle diameter of 20-150 μm , and has an Si/SiC ratio from 20/80 to 50/50. The average particle diameter of silicon carbide particles and the Si/SiC ratio in the intermediate layers (15) are between those of the honeycomb structure part (4) and

those of each lateral electrode (23). The electrical resistance between the lateral electrodes (23, 23) of the honeycomb structure (100) is 2-100 Ω .

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/105567 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, 添付公開書類:
NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

容易に形成できる電極部を有し、更に、触媒担体であると共にヒーターとしても機能するハニカム構造体を提供することを目的とする。ハニカム構造体 100 は、ハニカム構造部 4 と、ハニカム構造部 4 の側面に一對の側面電極 23、23 と、ハニカム構造部 4 と側面電極 23 との間に 1 層以上の中間層 15 を備える。ハニカム構造部 4 は、平均粒子径が $3 \sim 40 \mu\text{m}$ の炭化珪素粒子、及び珪素を含有し、珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率 (Si/SiC) が $10/90 \sim 40/60$ 、側面電極 23 は、炭化珪素粒子の平均粒子径が $20 \sim 150 \mu\text{m}$ 、Si/SiC が $20/80 \sim 50/50$ 、中間層 15 は、炭化珪素粒子の平均粒子径、Si/SiC がハニカム構造部 4 と側面電極 23 の間である。ハニカム構造体 100 の側面電極 23、23 間の電気抵抗が $2 \sim 100 \Omega$ である。

明 細 書

発明の名称： ハニカム構造体

技術分野

[0001] 本発明は、ハニカム構造体に関し、さらに詳しくは、触媒担体であると共にヒーターとしても機能するハニカム構造体に関する。

背景技術

[0002] 従来、コージェライト製のハニカム構造体に触媒を担持したものを、自動車エンジンから排出された排ガス中の有害物質の処理に用いていた。また、炭化珪素質焼結体によって形成されたハニカム構造体を排ガスの浄化に使用することも知られている（例えば、特許文献1を参照）。

[0003] ハニカム構造体に担持した触媒によって排ガスを処理する場合、触媒を所定の温度まで昇温する必要があるが、エンジン始動時には、触媒温度が低いため、排ガスが十分に浄化されないという問題があった。

[0004] そのため、触媒が担持されたハニカム構造体の上流側に、金属製のヒーターを設置して、排ガスを昇温させる方法が検討されている（例えば、特許文献2を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第4 1 3 6 3 1 9号公報

特許文献2：特許第2 9 3 1 3 6 2号公報

[0006] 上記のようなヒーターを、自動車に搭載して使用する場合、自動車の電気系統に使用される電源が共通で使用され、例えば6 0 0 Vという高い電圧の電源が用いられる。しかし、金属製のヒーターは、電気抵抗が低いため、6 0 0 Vという高い電圧の電源を用いた場合、過剰に電流が流れ、電源回路を損傷させることがあるという問題があった。

[0007] また、ヒーターが金属製であると、仮にハニカム構造体加工したものであっても、触媒を担持し難いため、ヒーターと触媒とを一体化させることは難

しかった。

[0008] そのため、多孔質で触媒が担持し易く、電気発熱できる担体が望まれていた。排ガス浄化用触媒担体として機能するためには、DPFのような隔壁の厚さが $300\mu\text{m}$ 、セル密度が $45\text{セル}/\text{cm}^2$ では不十分で、さらに隔壁の厚さが薄く高セル密度のものが必要である。

[0009] 本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、容易に形成できる電極部を有し、更に、触媒担体であると共にヒーターとしても機能するハニカム構造体を提供することを目的とする。

発明の概要

[0010] 上記課題を解決するために、本発明により以下のハニカム構造体を提供される。

[0011] [1] 流体の流路となる一方の端面から他方の端面まで延びる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁と、最外周に位置する外周壁とを有する筒状のハニカム構造部と、前記ハニカム構造部の側面に配設された一対の側面電極と、前記ハニカム構造部と前記側面電極との間に1層以上の中間層を備え、前記ハニカム構造部が、骨材としての炭化珪素粒子、及び前記炭化珪素粒子を結合させる結合材としての珪素を含有し、前記ハニカム構造部の前記骨材としての炭化珪素粒子の平均粒子径が $3\sim 40\mu\text{m}$ 、珪素(Si)と炭化珪素(SiC)の比率(Si/SiC)が $10/90\sim 40/60$ であり、前記側面電極は、炭化珪素粒子の平均粒子径が $10\sim 70\mu\text{m}$ 、珪素(Si)と炭化珪素(SiC)の比率(Si/SiC)が $20/80\sim 50/50$ であり、前記中間層は、炭化珪素粒子の平均粒子径が前記ハニカム構造部と前記側面電極の間で、珪素(Si)と炭化珪素(SiC)の比率が前記ハニカム構造部と前記側面電極の間であり、前記側面電極間の電気抵抗が $2\sim 100\Omega$ であるハニカム構造体。

[0012] [2] 前記ハニカム構造部の気孔率が $30\sim 60\%$ 、平均細孔径が $2\sim 20\mu\text{m}$ 、隔壁の厚さが $50\sim 200\mu\text{m}$ 、セル密度が $50\sim 150\text{セル}/\text{cm}^2$ である前記[1]に記載のハニカム構造体。

- [0013] [3] 前記側面電極、及び／または前記中間層にアルミニウム、モリブデン、錫、ジルコニウムのうち少なくとも１種類を含む前記[1]または[2]に記載のハニカム構造体。
- [0014] [4] 前記側面電極の表面に、前記中間層と同じ組成の表面層を備える前記[1]～[3]のいずれかに記載のハニカム構造体。
- [0015] 中間層を設けることで、ハニカム構造部（基材）と電極部の密着性が増し、製造時の剥がれが防止され、また、ハニカム構造部と電極部の界面の電気抵抗が下がり、電極部直下での発熱を抑えることができる。珪素（Si）にアルミニウム、モリブデン、錫、ジルコニウムを加えることで、電極部の電気抵抗を下げるができる。また、基材焼成後に、電極を配設し、２回目の焼成を行う場合、２回目の焼成温度を下げるができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [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]本発明のハニカム構造体の一の実施形態の、セルの延びる方向に平行な断面を示す模式図である。
- [図3]本発明のハニカム構造体の、ハニカム構造部、中間層、及び電極部の断面を模式的に示す模式図である。
- [図4A]本発明のハニカム構造体の一の実施形態の、セルの延びる方向に直交する断面における、中間層上に電極部が配設された状態を示す模式図である。
- 。
- [図4B]本発明のハニカム構造体の更に他の実施形態の、セルの延びる方向に直交する断面における、中間層内に電極部が配設された状態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を模式的に示す側面図である。
- [図6]図5のA-A'断面を示す模式図である。
- [図7]表面に中間層と同じ層の表面層を備える側面電極を示す模式図である。
- [図8]本発明のハニカム構造体の他の実施形態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

[0017] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、変更、修正、改良を加え得るものである。

[0018] (1) ハニカム構造体：

本発明のハニカム構造体の一の実施形態は、図1～図3、図6に示すように、流体の流路となる一方の端面11から他方の端面12まで延びる複数のセル2を区画形成する多孔質の隔壁1と、最外周に位置する（隔壁1全体の外周を取り囲むように配設された）外周壁3とを有する筒状のハニカム構造部（基材）4と、ハニカム構造部4の側面に配設された一对の側面電極23、23と、ハニカム構造部4と側面電極23との間に1層以上の中間層15を備えるものである。そして、ハニカム構造部4が、骨材としての炭化珪素粒子（炭化珪素）、及び炭化珪素粒子を結合させる結合材としての珪素を含有する。骨材としての炭化珪素粒子の平均粒子径が $3\sim 40\mu\text{m}$ であり、珪素（Si）と炭化珪素（SiC）の比率（Si/SiC）が $10/90\sim 40/60$ である。また、側面電極23は、炭化珪素粒子の平均粒子径が $10\sim 70\mu\text{m}$ 、珪素（Si）と炭化珪素（SiC）の比率（Si/SiC）が $20/80\sim 50/50$ である。さらに、中間層15は、炭化珪素粒子の平均粒子径がハニカム構造部4と側面電極23の間で、珪素（Si）と炭化珪素（SiC）の比率がハニカム構造部4と側面電極23の間である。そして、ハニカム構造体100の側面電極23、23間の電気抵抗が $2\sim 100\Omega$ である。

[0019] 図1は、本発明のハニカム構造体100の一の実施形態を模式的に示す斜視図である。図2は、本発明のハニカム構造体100の一の実施形態の、セルの延びる方向に平行な断面を示す模式図である。尚、図2には、側面電極23は表わされていない。図3は、ハニカム構造部4、中間層15、及び側面電極23の電極部21の断面を模式的に示す模式図である。

[0020] このように、本実施形態のハニカム構造体100は、側面電極23、23間の電気抵抗が $2\sim 100\Omega$ であるため、電圧の高い電源を用いて電流を流

しても、過剰に電流が流れず、ヒーターとして好適に用いることができる。

[0021] 本実施形態のハニカム構造体100は、隔壁1及び外周壁3が、骨材としての炭化珪素粒子、及び炭化珪素粒子を結合させる結合材としての珪素を含有するものである。本実施形態のハニカム構造体100においては、複数の炭化珪素粒子が、炭化珪素粒子間に細孔を形成するようにして、珪素によって結合されている。

[0022] 本実施形態のハニカム構造体100は、ハニカム構造部4の側面に一对の側面電極23が配設されている。側面電極23は、電極部21及び電極端子突起部22によって構成されている（なお、側面電極23は、電極端子突起部22がなく電極部21のみの場合もある。）。本実施形態のハニカム構造体100は、一对の電極部21、21間に電圧を印加することにより、発熱する。印加する電圧は50～800Vが好ましく、500～700Vが更に好ましい。例えば、自動車の電気系統に電圧600Vの電源を使用している場合には、当該600Vの電圧を印加することが好ましい。

[0023] 本実施形態のハニカム構造体100は、隔壁の厚さが50～200 μm であり、70～130 μm であることが好ましい。隔壁の厚さをこのような範囲にすることにより、ハニカム構造体100を触媒担体として用いて、触媒を担持しても、排ガスを流したときの圧力損失が大きくなり過ぎることを抑制できる。隔壁の厚さが50 μm より薄いと、ハニカム構造体の強度が低下するため好ましくない。隔壁の厚さが200 μm より厚いと、ハニカム構造体100を触媒担体として用いて、触媒を担持した場合に、排ガスを流したときの圧力損失が大きくなるため好ましくない。

[0024] 本実施形態のハニカム構造体100は、セル密度が50～150セル/ cm^2 であり、70～100セル/ cm^2 であることが好ましい。セル密度をこのような範囲にすることにより、排ガスを流したときの圧力損失を小さくした状態で、触媒の浄化性能を高くすることができる。セル密度が50セル/ cm^2 より低いと、触媒担持面積が少なくなるため好ましくない。セル密度が150セル/ cm^2 より高いと、ハニカム構造体100を触媒担体として用い

て、触媒を担持した場合に、排ガスを流したときの圧力損失が大きくなるため好ましくない。

[0025] 本実施形態のハニカム構造体 100 において、ハニカム構造部 4 を構成する炭化珪素粒子（骨材）の平均粒子径は、 $3 \sim 40 \mu\text{m}$ であり、 $10 \sim 35 \mu\text{m}$ であることが好ましい。ハニカム構造部 4 を構成する炭化珪素粒子の平均粒子径をこのような範囲とすることにより、ハニカム構造体 100 の材質の 400°C における体積電気抵抗を $5 \sim 200 \Omega\cdot\text{cm}$ にすることができる。炭化珪素粒子の平均粒子径が $3 \mu\text{m}$ より小さいと、ハニカム構造体 100 の 400°C における体積電気抵抗が大きくなるため好ましくない。炭化珪素粒子の平均粒子径が $40 \mu\text{m}$ より大きいと、ハニカム構造体 100 の 400°C における体積電気抵抗が小さくなるため好ましくない。また、炭化珪素粒子の平均粒子径が $40 \mu\text{m}$ より大きいと、ハニカム成形体を押出成形するとき、押出成形用の口金に成形用原料が詰まることがあるため好ましくない。炭化珪素粒子の平均粒子径はレーザー回折法で測定した値である。

[0026] ハニカム構造部 4 を構成する珪素（Si）と炭化珪素（SiC）の比率（ Si / SiC ）が $10 / 90 \sim 40 / 60$ であることが好ましい。さらに好ましくは、 $15 / 85 \sim 35 / 65$ である。ハニカム構造部 4 に含有される炭化珪素粒子と珪素の比率が、このような範囲であることにより、適切な体積電気抵抗が得られる。

[0027] 本実施形態のハニカム構造体 100 において、ハニカム構造部 4 の材質の 400°C における体積電気抵抗は、 $1 \sim 40 \Omega\cdot\text{cm}$ であり、 $10 \sim 35 \Omega\cdot\text{cm}$ であることが好ましい。 400°C における体積電気抵抗が $1 \Omega\cdot\text{cm}$ より小さいと、 600V の電源によってハニカム構造体 100 に通電したときに（電圧は 600V には限定されない）、電流が過剰に流れるため好ましくない。 400°C における体積電気抵抗が $40 \Omega\cdot\text{cm}$ より大きいと、 600V の電源によってハニカム構造体 100 に通電したときに（電圧は 600V には限定されない）、電流が流れ難くなり、十分に発熱しないことがあるため好ましくない。ハニカム構造体の 400°C における体積電気抵抗は、四端子法に

より測定した値である。

[0028] 本実施形態のハニカム構造体 100 において、ハニカム構造体 100 の 400℃における電気抵抗（側面電極 23, 23 間の電気抵抗）は、1～30Ωであることが好ましく、10～25Ωであることが更に好ましい。400℃における電気抵抗が1Ωより小さいと、例えば600Vの電源によってハニカム構造体 100 に通電したときに（電圧は600Vには限定されない）、電流が過剰に流れるため好ましくない。400℃における電気抵抗が30Ωより大きいと、例えば600Vの電源によってハニカム構造体 100 に通電したときに（電圧は600Vには限定されない）、電流が流れ難くなるため好ましくない。ハニカム構造体の 400℃における電気抵抗は、四端子法により測定した値である。

[0029] 本実施形態のハニカム構造体 100 においては、電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗は、ハニカム構造部 4 の 400℃における体積電気抵抗より低いものであり、更に、電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗が、ハニカム構造部 4 の 400℃における体積電気抵抗の、40%以下であり、25～35%であることが好ましい。電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗を、ハニカム構造部 4 の 400℃における体積電気抵抗の、40%以下とすることにより、電極部 21 が、より効果的に電極として機能するようになる。

[0030] ハニカム構造部 4 の隔壁 1 の気孔率は、30～60%であることが好ましく、35～45%であることが更に好ましい。気孔率が、30%未満であると、焼成時の変形が大きくなってしまうため好ましくない。気孔率が60%を超えるとハニカム構造体の強度が低下するため好ましくない。気孔率は、水銀ポロシメータにより測定した値である。

[0031] ハニカム構造部 4 の隔壁 1 の平均細孔径は、2～20μmであることが好ましく、10～20μmであることが更に好ましい。平均細孔径が2μmより小さいと、体積電気抵抗が大きくなりすぎるため好ましくない。平均細孔径が20μmより大きいと、体積電気抵抗が小さくなりすぎるため好ましく

ない。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。

[0032] 本実施形態のハニカム構造体 100 において、隔壁 1 及び外周壁 3 が、骨材としての炭化珪素粒子、及び炭化珪素粒子を結合させる結合材としての珪素を主成分とすることが好ましく、炭化珪素及び珪素のみから形成されていてもよい。隔壁 1 及び外周壁 3 が、炭化珪素及び珪素のみから形成される場合においても、10 質量%以下の微量の不純物が含有されてもよい。隔壁 1 及び外周壁 3 が、「炭化珪素及び珪素」以外の物質（微量の不純物）を含有する場合、隔壁 1 及び外周壁 3 に含有される他の物質としては、酸化珪素等を挙げることができる。ここで、「隔壁 1 及び外周壁 3 が、炭化珪素粒子及び珪素を主成分とする」というときは、隔壁 1 及び外周壁 3 が、炭化珪素粒子及び珪素を、全体の 90 質量%以上含有していることを意味する。

[0033] 図 1 に示すように、一対の中間層 15, 15 のそれぞれは、ハニカム構造部 4 のセル 2 の延びる方向に延びると共に両端部間（両端面 11, 12 間）に亘る「帯状」に形成されていることが好ましい。そして、セル 2 の延びる方向に直交する断面において、一対の中間層 15, 15 における一方の中間層 15 が、一対の中間層 15, 15 における他方の中間層 15 に対して、ハニカム構造部 4 の中心部 O を挟んで反対側に配設されていることが好ましい。このように、中間層 15 を帯状に形成し、帯状の中間層 15 の長手方向が、ハニカム構造部 4 のセル 2 の延びる方向に延びるようにして、更に、中間層 15 がハニカム構造部 4 の両端部間（両端面 11, 12 間）に亘るようにしたため、中間層 15 の上に側面電極 23 を形成することによりハニカム構造部 4 全体をより均等に加熱することができる。また、セル 2 の延びる方向に直交する断面において、一対の中間層 15, 15 における一方の中間層 15 が、一対の中間層 15, 15 における他方の中間層 15 に対して、ハニカム構造部 4 の中心部 O を挟んで反対側に配設されるようにすることにより、ハニカム構造部 4 全体をより均等に加熱することができる。

[0034] 中間層 15 の、「ハニカム構造部 4 の周方向 R」における長さ（幅）が、ハニカム構造部 4 の側面 5 の、周方向 R における長さ（外周の長さ）の、1

／30～1／3であることが好ましく、1／10～1／4であることが更に好ましい。このような範囲にすることにより、ハニカム構造部4全体をより均等に加熱することができる。中間層15の、ハニカム構造部4の周方向Rにおける長さ（幅）が、ハニカム構造部4の側面5の、周方向Rにおける長さの、1／30より短いと、均一に発熱できないことがある。1／3より長いと、ハニカム構造部4の中心部付近が加熱され難くなることがある。

[0035] 中間層15の厚さは、0.05～2.0mmであることが好ましく0.1～0.5mmであることが更に好ましい。このような範囲とすることにより、均一に発熱することができる。中間層15の厚さが0.05mmより薄いと、接着が不十分で界面電気抵抗が高くなり均一に発熱できないことがある。2.0mmより厚いと、キャニング時に破損することがある。

[0036] 中間層15は、図4A、4Bに示すように、外周壁3の表面に配設されていることが好ましい。図4A、4Bは、本発明のハニカム構造体の一の実施形態の、セルの延びる方向に直交する断面における、外周壁3に中間層15が配設された状態を示す模式図である。

[0037] 中間層15が、炭化珪素粒子及び珪素を主成分とすることが好ましい。ここで、「炭化珪素粒子及び珪素を主成分とする」とは、炭化珪素粒子と珪素との合計質量が、中間層全体の質量の90質量%以上であることを意味する。このように、中間層15が炭化珪素粒子及び珪素を主成分とすることにより、中間層15の成分とハニカム構造部4の成分とが同じ（又は近い）成分となるため、中間層15とハニカム構造部4の熱膨張係数が同じ（又は近い）になる。また、材質が同じ（又は近い）になるため、中間層15とハニカム構造部4との接合強度も高くなる。そのため、ハニカム構造体に熱応力がかかっても、中間層15がハニカム構造部4から剥れたり、中間層15とハニカム構造部4との接合部分が破損したりすることを防ぐことができる。

[0038] 中間層15の主成分が炭化珪素粒子及び珪素である場合に、中間層15に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径がハニカム構造部と側面電極の間である。具体的には、3～70 μ mであることが好ましく、15～50 μ mであ

ることが更に好ましい。中間層 15 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径がこのような範囲であることにより、ハニカム構造部 4 と側面電極 23 の界面の電気抵抗を下げるができる。中間層 15 に含有される炭化珪素粒子の平均細孔径が、 $3\text{ }\mu\text{m}$ より小さいと、中間層 15 の 400°C における体積電気抵抗が大きくなり過ぎることがある。中間層 15 に含有される炭化珪素粒子の平均細孔径が、 $70\text{ }\mu\text{m}$ より大きいと、中間層 15 の強度が弱く破損することがある。中間層 15 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径は、レーザ一回折法で測定した値である。

[0039] 中間層 15 に含有される珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率は、ハニカム構造部 4 と側面電極 23 の間である。具体的には、珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率 (Si/SiC) が $10/90 \sim 50/50$ であることが好ましく、 $30/70 \sim 40/60$ であることが更に好ましい。中間層 15 に含有される炭化珪素粒子と珪素の比率が、このような範囲であることにより、適切な体積電気抵抗が得られる。中間層 15 に含有される炭化珪素粒子と珪素の比率が、 $10/90$ より小さいと、体積電気抵抗が大きくなり過ぎることがある。そして、 $50/50$ より大きいと、製造時に変形し易くなることがある。

[0040] 図 1 に示すように、一对の電極部 21, 21 のそれぞれは、ハニカム構造部 4 のセル 2 の延びる方向に延びると共に両端部間（両端面 11, 12 間）に亘る「帯状」に形成されていることが好ましい。そして、セル 2 の延びる方向に直交する断面において、一对の電極部 21, 21 における一方の電極部 21 が、一对の電極部 21, 21 における他方の電極部 21 に対して、ハニカム構造部 4 の中心部 O を挟んで反対側に配設されていることが好ましい。このように、電極部 21 を帯状に形成し、帯状の電極部 21 の長手方向が、ハニカム構造部 4 のセル 2 の延びる方向に延びるようにして、更に、電極部 21 がハニカム構造部 4 の両端部間（両端面 11, 12 間）に亘るようにしたため、ハニカム構造部 4 全体をより均等に加熱することができる。また、セル 2 の延びる方向に直交する断面において、一对の電極部 21, 21 に

おける一方の電極部 2 1 が、一对の電極部 2 1, 2 1 における他方の電極部 2 1 に対して、ハニカム構造部 4 の中心部 O を挟んで反対側に配設されるようにすることにより、ハニカム構造部 4 全体をより均等に加熱することができる。

[0041] 図 1 に示すように、電極部 2 1 は、ハニカム構造部 4 の両端部間（両端面 1 1, 1 2 間）に亘るようにして、ハニカム構造部 4 に配設されていてもよいが、図 8 に示すように、電極部 2 1 の「セル 2 の延びる方向における」端部 2 1 a, 2 1 b と、ハニカム構造部 4 の端部（一方の端面 1 1、他方の端面 1 2）との間に隙間が開いていてもよい。そして、電極部 2 1 の「セル 2 の延びる方向における」端部 2 1 a, 2 1 b と、ハニカム構造部 4 の端部（一方の端面 1 1、他方の端面 1 2）との間に隙間が開いている場合には、電極部 2 1 の、「セル 2 の延びる方向における」長さが、ハニカム構造体の「セルの延びる方向における」長さの 50% 以上であることが好ましく、80% 以上であることが更に好ましく、90% 以上であることが特に好ましい。図 8 は、本発明のハニカム構造体の他の実施形態（ハニカム構造体 300）を模式的に示す斜視図である。

[0042] 電極部 2 1 の、「ハニカム構造部 4 の周方向 R」における長さ（幅）が、ハニカム構造部 4 の側面 5 の、周方向 R における長さ（外周の長さ）の、 $1/30 \sim 1/3$ であることが好ましく、 $1/10 \sim 1/4$ であることが更に好ましい。このような範囲にすることにより、ハニカム構造部 4 全体をより均等に加熱することができる。電極部 2 1 の、ハニカム構造部 4 の周方向 R における長さ（幅）が、ハニカム構造部 4 の側面 5 の、周方向 R における長さの、 $1/30$ より短いと、均一に発熱できないことがある。 $1/3$ より長いと、ハニカム構造部 4 の中心部付近が加熱され難くなることがある。

[0043] 電極部 2 1 の厚さは、0.05 ~ 2.0 mm であることが好ましい。このような範囲とすることにより、均一に発熱することができる。電極部 2 1 の厚さが 0.05 mm より薄いと、電気抵抗が高くなり均一に発熱できないことがある。2.0 mm より厚いと、キャニング時に破損することがある。

[0044] 電極部 21 は、図 4 A に示すように、中間層 15 の表面に配設されていることが好ましい。また、電極部 21 は、図 4 B に示すように、一部（中間層 15 に接触している側）が中間層 15 の内部に埋め込まれた状態で、残りの一部（表面側の一部）が中間層 15 から外に（表面側に）出た状態となっていることも好ましい態様である。図 4 A は、本発明のハニカム構造体の一の実施形態の、セルの延びる方向に直交する断面における、中間層 15 上に電極部 21 が配設された状態を示す模式図である。図 4 B は、本発明のハニカム構造体の更に他の実施形態の、セルの延びる方向に直交する断面における、中間層 15 内に電極部 21 が配設された状態を示す模式図である。尚、図 4 A ～ 図 4 B においては、外周壁 3 の一部、中間層 15 及び片方の電極部 21 のみが表され、隔壁等は表されていない。

[0045] 電極部 21 が、炭化珪素粒子及び珪素を主成分とすることが好ましい。ここで、「炭化珪素粒子及び珪素を主成分とする」とは、炭化珪素粒子と珪素との合計質量が、電極部全体の質量の 90 質量%以上であることを意味する。このように、電極部 21 が炭化珪素粒子及び珪素を主成分とすることにより、電極部 21 の成分とハニカム構造部 4 の成分とが同じ（又は近い）成分となるため、電極部 21 とハニカム構造部 4 の熱膨張係数が同じ（又は近い）になる。また、材質が同じ（又は近い）になるため、電極部 21 とハニカム構造部 4 との接合強度も高くなる。そのため、ハニカム構造体に熱応力がかかっても、電極部 21 がハニカム構造部 4 から剥れたり、電極部 21 とハニカム構造部 4 との接合部分が破損したりすることを防ぐことができる。

[0046] 電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗は、0.1～10Ωcmであることが好ましく、1～10Ωcmであることが更に好ましい。電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗をこのような範囲にすることにより、一対の電極部 21、21 が、高温の排ガスが流れる配管内において、効果的に電極の役割を果たす。電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗が 0.1Ωcm より小さいと、製造時に変形してしまうことがある。電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗が 10Ωcm より大きいと、電流が流れ難くなる

ため、電極としての役割を果たし難くなることがある。

[0047] 電極部 21 は、気孔率が 30～60%であることが好ましく、45～55%であることが更に好ましい。電極部 21 の気孔率がこのような範囲であることにより、好適な体積電気抵抗が得られる。電極部 21 の気孔率が、30%より低いと、製造時に変形してしまうことがある。電極部 21 の気孔率が、60%より高いと、体積電気抵抗が高くなりすぎることがある。気孔率は、水銀ポロシメータで測定した値である。

[0048] 電極部 21 は、平均細孔径が 5～45 μm であることが好ましく、20～40 μm であることが更に好ましい。電極部 21 の平均細孔径がこのような範囲であることにより、好適な体積電気抵抗が得られる。電極部 21 の平均細孔径が、5 μm より小さいと、体積電気抵抗が高くなりすぎることがある。電極部 21 の平均細孔径が、45 μm より大きいと、強度が弱く破損することがある。平均細孔径は、水銀ポロシメータで測定した値である。

[0049] 電極部 21 の主成分が炭化珪素粒子及び珪素である場合に、電極部 21 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径が 10～70 μm であることが好ましく、40～60 μm であることが更に好ましい。電極部 21 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径がこのような範囲であることにより、電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗を、0.1～2.0 $\Omega\cdot\text{cm}$ にすることができる。電極部 21 に含有される炭化珪素粒子の平均細孔径が、10 μm より小さいと、電極部 21 の 400℃における体積電気抵抗が大きくなり過ぎることがある。電極部 21 に含有される炭化珪素粒子の平均細孔径が、70 μm より大きいと、電極部 21 の強度が弱く破損することがある。電極部 21 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径は、レーザー回折法で測定した値である。

[0050] 電極部 21 に含有される珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率 (Si/SiC) が 20/80～50/50であることが好ましく、20/80～40/60であることが更に好ましい。電極部 21 に含有される炭化珪素粒子と珪素の比率が、このような範囲であることにより、適切な体積電気抵抗

が得られる。電極部 21 に含有される炭化珪素粒子と珪素の比率が、20/80 より小さいと、体積電気抵抗が大きくなりすぎることがある。そして、50/50 より大きいと、製造時に変形し易くなることがある。

[0051] 本実施形態のハニカム構造体においては、セルの延びる方向に直交する断面において、電極部の、ハニカム構造部の周方向における中央部において、ハニカム構造部の外周に接する接線を引いたときに、当該接線が、いずれかの隔壁と平行であることが好ましい。これにより、キャニング時に破損し難くなる。

[0052] また、本実施形態のハニカム構造体 100 の最外周を構成する外周壁 3 の厚さは、0.1～2mm であることが好ましい。0.1mm より薄いと、ハニカム構造体 100 の強度が低下することがある。2mm より厚いと、触媒を担持する隔壁の面積が小さくなることがある。

[0053] 本実施形態のハニカム構造体 100 は、セル 2 の延びる方向に直交する断面におけるセル 2 の形状が、四角形又は六角形であることが好ましい。セル形状をこのようにすることにより、ハニカム構造体 100 に排ガスを流したときの圧力損失が小さくなり、触媒の浄化性能が優れたものとなる。

[0054] 本実施形態のハニカム構造体の形状は特に限定されず、例えば、底面が円形の筒状（円筒形状）、底面がオーバル形状の筒状、底面が多角形（四角形、五角形、六角形、七角形、八角形等）の筒状等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、底面の面積が 2000～20000mm² であることが好ましく、4000～10000mm² 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、50～200mm であることが好ましく、75～150mm であることが更に好ましい。

[0055] 本実施形態のハニカム構造体 100 のアイソスタティック強度は、1MPa 以上であることが好ましい。アイソスタティック強度が 1MPa 未満であると、ハニカム構造体を触媒担体等として使用する際に、破損し易くなることがある。アイソスタティック強度は水中にて静水圧をかけて測定した値である。

[0056] 本発明のハニカム構造体の更に他の実施形態においては、図5、図6に示すように、一对の電極部21、21のそれぞれに、電気配線を繋ぐための電極端子突起部22、22が配設されている。電極部21、及び電極端子突起部22を側面電極23と呼ぶ（ただし、本発明のハニカム構造体100は、電極端子突起部22を形成せず、電極部21のみでもよく、その場合、電極部21のみが側面電極23となる）。そして、電極端子突起部22の400℃における体積電気抵抗が、ハニカム構造部4の400℃における体積電気抵抗の40%以下であることが好ましく、25～35%であることが更に好ましい。このように、一对の電極部21、21のそれぞれに、電気配線を繋ぐための電極端子突起部22、22が配設されていることにより、ハニカム構造部4に損傷を与えることなく、外部の電源からの電気配線をハニカム構造体200に接続することができる。電極端子突起部22の400℃における体積電気抵抗が、ハニカム構造部4の400℃における体積電気抵抗の40%より大きいと、電極端子突起部22に電気が通り難くなり、ハニカム構造部4を加熱し難くなることがある。図5は、本発明のハニカム構造体の他の実施形態を模式的に示す側面図である。図6は、図5のA-A'断面を示す模式図である。

[0057] 電極部21の主成分が炭化珪素粒子及び珪素である場合、電極端子突起部22の主成分も、炭化珪素粒子及び珪素であることが好ましい。このように、電極端子突起部22が、炭化珪素粒子及び珪素を主成分とすることにより、電極部21の成分と電極端子突起部22の成分とが同じ（又は近い）成分となるため、電極部21と電極端子突起部22の熱膨張係数が同じ（又は近い）値になる。また、材質が同じ（又は近く）になるため、電極部21と電極端子突起部22との接合強度も高くなる。そのため、ハニカム構造体に熱応力がかかっても、電極端子突起部22が電極部21から剥れたり、電極端子突起部22と電極部21との接合部分が破損したりすることを防ぐことができる。ここで、「電極端子突起部22が、炭化珪素粒子及び珪素を主成分とする」というときは、電極端子突起部22が、炭化珪素粒子及び珪素を、

全体の90質量%以上含有していることを意味する。

- [0058] 電極端子突起部22の形状は、特に限定されず、電極部21に接合され、電気配線を接合できる形状であればよい。例えば、図5、図6に示すように、電極端子突起部22は、四角形の板状の基板22aに、円柱状の突起部22bが配設された形状であることが好ましい。このような形状にすることにより、電極端子突起部22は、基板22aにより電極部21に強固に接合されることができ、突起部22bにより電気配線を確実に接合させることができる。
- [0059] 電極端子突起部22において、基板22aの厚さは、1～5mmが好ましい。このような厚さとすることにより、電極端子突起部22を確実に電極部21に接合することができる。1mmより薄いと、基板22aが弱くなり、突起部22bが基板22aからはずれやすくなることがある。5mmより厚いと、ハニカム構造体を配置するスペースが必要以上に大きくなることもある。
- [0060] 電極端子突起部22において、基板22aの、「ハニカム構造部4の周方向R」における長さ（幅）は、電極部21の、「ハニカム構造部4の周方向R」における長さの、20～100%であることが好ましく、30～100%であることが更に好ましい。このような範囲にすることにより、電極端子突起部22が、電極部21から外れ難くなる。20%より短いと、電極端子突起部22が、電極部21から外れ易くなることがある。電極端子突起部22において、基板22aの、「セル2の延びる方向」における長さは、ハニカム構造部4のセルの延びる方向における長さの、5～30%が好ましい。基板22aの「セル2の延びる方向」における長さをこのような範囲とすることにより、十分な接合強度が得られる。基板22aの「セル2の延びる方向」における長さを、ハニカム構造部4のセルの延びる方向における長さの5%より短くすると、電極部21から外れ易くなることがある。そして、30%より長くすると、質量が大きくなることがある。
- [0061] 電極端子突起部22において、突起部22bの太さは3～15mmが好ま

しい。このような太さにすることにより、突起部 22b に、電気配線を確実に接合させることができる。3mm より細いと突起部 22b が折れ易くなることがある。15mm より太いと、電気配線を接続し難くなることがある。また、突起部 22b の長さは、3～20mm が好ましい。このような長さにすることにより、突起部 22b に、電気配線を確実に接合させるとことができる。3mm より短いと電気配線を接合し難くなることがある。20mm より長いと、突起部 22b が折れ易くなることがある。

[0062] 図 5 に示すように、電極端子突起部 22 は、電極部 21 の「セル 2 の延びる方向」における中央部に配置されていることが好ましい。これにより、ハニカム構造部 4 全体を均等に加熱し易くなる。

[0063] 電極端子突起部 22 の 400℃ における体積電気抵抗は、0.1～10Ωcm であることが好ましく、0.5～5Ωcm であることが更に好ましい。電極端子突起部 22 の 400℃ における体積電気抵抗をこのような範囲にすることにより、高温の排ガスが流れる配管内において、電極端子突起部 22 から、電流を電極部 21 に効率的に供給することができる。電極端子突起部 22 の 400℃ における体積電気抵抗が 0.1Ωcm より小さいと、製造時に変形してしまうことがある。電極端子突起部 22 の 400℃ における体積電気抵抗が 10Ωcm より大きいと、電流が流れ難くなるため、電流を電極部 21 に供給し難くなることがある。

[0064] 電極端子突起部 22 は、気孔率が 25～45% であることが好ましく、30～40% であることが更に好ましい。電極端子突起部 22 の気孔率がこのような範囲であることにより、適切な体積電気抵抗が得られる。電極端子突起部 22 の気孔率が、25% より低いと、製造時に変形してしまうことがある。電極端子突起部 22 の気孔率が、45% より高いと、電極端子突起部 22 の強度が低下することがあり、特に突起部 22b の強度が低下すると突起部 22b が折れ易くなることがある。気孔率は、水銀ポロシメータで測定した値である。

[0065] 電極端子突起部 22 は、平均細孔径が 5～30μm であることが好ましく

、 $15 \sim 25 \mu\text{m}$ であることが更に好ましい。電極端子突起部 22 の平均細孔径がこのような範囲であることにより、適切な体積電気抵抗が得られる。電極端子突起部 22 の平均細孔径が、 $5 \mu\text{m}$ より小さいと、製造時に変形してしまうことがある。電極端子突起部 22 の平均細孔径が、 $30 \mu\text{m}$ より大きいと、電極端子突起部 22 の強度が低下することがあり、特に突起部 22 b の強度が低下すると突起部 22 b が折れ易くなることがある。平均細孔径は、水銀ポロシメータで測定した値である。

[0066] 電極端子突起部 22 の主成分が炭化珪素粒子及び珪素である場合に、電極端子突起部 22 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径が $10 \sim 70 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $40 \sim 60 \mu\text{m}$ であることが更に好ましい。電極端子突起部 22 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径がこのような範囲であることにより、電極端子突起部 22 の 400°C における体積電気抵抗を、 $0.1 \sim 2.0 \Omega \cdot \text{cm}$ にすることができる。電極端子突起部 22 に含有される炭化珪素粒子の平均細孔径が、 $10 \mu\text{m}$ より小さいと、電極端子突起部 22 の 400°C における体積電気抵抗が大きくなり過ぎることがある。電極端子突起部 22 に含有される炭化珪素粒子の平均細孔径が、 $70 \mu\text{m}$ より大きいと、強度が低下することがある。電極端子突起部 22 に含有される炭化珪素粒子の平均粒子径は、レーザー回折法で測定した値である。

[0067] 電極端子突起部 22 に含有される珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率 (Si/SiC) が $20/80 \sim 50/50$ であることが好ましく、 $20/80 \sim 40/60$ であることが更に好ましい。電極端子突起部 22 に含有される炭化珪素粒子と珪素の比率が、このような範囲であることにより、適切な体積電気抵抗が得られる。電極端子突起部 22 に含有される炭化珪素粒子と珪素の比率が、 $20/80$ より小さいと、体積電気抵抗が大きくなり過ぎることがある。そして、 $50/50$ より大きいと、製造時に変形し易くなることがある。

[0068] また、本実施形態のハニカム構造体 200 の、「一对の電極部 21, 21 のそれぞれに配設された電極端子突起部間」で測定された 400°C における

電気抵抗は、 $1 \sim 30 \Omega$ であることが好ましく、 $10 \sim 25 \Omega$ であることが更に好ましい。 400°C における電気抵抗が 1Ω より小さいと、 600 V の電源によってハニカム構造体 100 に通電したときに、電流が過剰に流れるため好ましくない。 400°C における電気抵抗が 30Ω より大きいと、 600 V の電源によってハニカム構造体 100 に通電したときに、電流が流れ難くなるため好ましくない。ハニカム構造体の 400°C における電気抵抗は、四端子法により測定した値である。

[0069] さらに、側面電極 23 に中間層 15 と同じ組成のスラリーを塗布することにより、図 7 に示すように、側面電極 23 の表面に中間層 15 と同じ組成の表面層 $15s$ を備えることも好ましい。このようにすると、側面電極 23 の表面が緻密になり、電気抵抗を小さくでき、また、強度を向上できるため好ましい。

[0070] (2) ハニカム構造体の製造方法：

次に、本発明のハニカム構造体の一の実施形態の製造方法について説明する。

[0071] まず、炭化珪素粉末（炭化珪素）に、金属珪素（金属珪素粉末）、バインダ、界面活性剤、造孔材、水等を添加して成形原料を作製する。炭化珪素粉末の質量と金属珪素の質量との合計に対して、金属珪素の質量が $10 \sim 30$ 質量％となるようにすることが好ましい。炭化珪素粉末における炭化珪素粒子の平均粒子径は、 $3 \sim 40 \mu\text{m}$ が好ましく、 $10 \sim 35 \mu\text{m}$ が更に好ましい。金属珪素（金属珪素粉末）の平均粒子径は、 $2 \sim 20 \mu\text{m}$ であることが好ましい。 $2 \mu\text{m}$ より小さいと、体積電気抵抗が大きくなりすぎることがある。 $20 \mu\text{m}$ より大きいと、製造時に変形することがある。炭化珪素粒子及び金属珪素（金属珪素粒子）の平均粒子径はレーザー一回折法で測定した値である。炭化珪素粒子は、炭化珪素粉末を構成する炭化珪素の微粒子であり、金属珪素粒子は、金属珪素粉末を構成する金属珪素の微粒子である。炭化珪素粒子及び金属珪素の合計質量は、成形原料全体の質量に対して $30 \sim 78$ 質量％であることが好ましい。

- [0072] バインダとしては、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、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2～10質量%であることが好ましい。
- [0073] 水の含有量は、成形原料全体に対して20～60質量%であることが好ましい。
- [0074] 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、1種単独で使用してもよいし、2種以上を組み合わせ使用してもよい。界面活性剤の含有量は、成形原料全体に対して2質量%以下であることが好ましい。
- [0075] 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、グラファイト、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10質量%以下であることが好ましい。造孔材の平均粒子径は、10～30 μm であることが好ましい。10 μm より小さいと、気孔を十分形成できないことがある。30 μm より大きいと、成形時に口金に詰まることがある。造孔材の平均粒子径はレーザー回折方法で測定した値である。
- [0076] 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。
- [0077] 次に、坯土を押出成形してハニカム成形体を形成する。押出成形に際しては、所望の全体形状、セル形状、隔壁の厚さ、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。ハニカム成形体は、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と最外周に位置する外周壁とを有する構造である。
- [0078] ハニカム成形体の隔壁の厚さ、セル密度、外周壁の厚さ等は、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。

[0079] 得られたハニカム成形体について、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、30～99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。

[0080] 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。

[0081] 次に、中間層を形成するための中間層形成原料を調合する。中間層の主成分を、炭化珪素及び珪素とする場合、中間層形成原料は、炭化珪素粉末及び珪素粉末に、所定の添加物を添加し、混練して形成することが好ましい。

[0082] 具体的には、炭化珪素粉末（炭化珪素）に、金属珪素（金属珪素粉末）、バインダ、界面活性剤、造孔材、水等を添加して、混練して中間層形成原料を作製する。炭化珪素粉末の質量と金属珪素の質量との合計に対して、金属珪素の質量が10～50質量%となるようにすることが好ましい。炭化珪素粉末における炭化珪素粒子の平均粒子径は、3～70 μm が好ましい。金属珪素（金属珪素粉末）の平均粒子径は、2～20 μm であることが好ましい。2 μm より小さいと、体積電気抵抗が大きくなりすぎることがある。20 μm より大きいと、製造時に変形することがある。炭化珪素粒子及び金属珪素（金属珪素粒子）の平均粒子径はレーザー一回折法で測定した値である。炭化珪素粒子は、炭化珪素粉末を構成する炭化珪素の微粒子であり、金属珪素

粒子は、金属珪素粉末を構成する金属珪素の微粒子である。炭化珪素粒子及び金属珪素の合計質量は、中間層形成原料全体の質量に対して40～80質量%であることが好ましい。

[0083] バインダとしては、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、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、中間層形成原料全体に対して0.1～2質量%であることが好ましい。

[0084] 水の含有量は、中間層形成原料全体に対して50～500質量%であることが好ましい。

[0085] 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、1種単独で使用してもよいし、2種以上を組み合わせ使用してもよい。界面活性剤の含有量は、中間層形成原料全体に対して2質量%以下であることが好ましい。

[0086] 次に、炭化珪素粉末（炭化珪素）、金属珪素（金属珪素粉末）、バインダ、界面活性剤、造孔材、水等を混合して得られた混合物を混練して、スラリー状の中間層形成原料とすることが好ましい。混練の方法は特に限定されず、例えば、縦型の攪拌機を用いることができる。

[0087] 次に、得られた中間層形成原料を、乾燥させたハニカム成形体の側面に塗布することが好ましい。中間層形成原料をハニカム成形体の側面に塗布する方法は、特に限定されないが、例えば、スプレー吹き付け方式、印刷方法を用いることができる。また、中間層形成原料は、上記本発明のハニカム構造体における中間層の形状になるように、ハニカム成形体の側面に塗布することが好ましい。中間層の厚さは、中間層形成原料を塗布するときの厚さを調整することにより、所望の厚さとすることができ。このように、中間層形成原料をハニカム成形体の側面に塗布し、乾燥、焼成するだけで中間層を形成することができるため、非常に容易に中間層を形成することができる。

- [0088] 次に、ハニカム成形体の側面に塗布した中間層形成原料を乾燥させることが好ましい。乾燥条件は、50～100℃とすることが好ましい。
- [0089] 次に、電極部を形成するための電極部形成原料を調合する。電極部の主成分を、炭化珪素及び珪素とする場合、電極部形成原料は、炭化珪素粉末及び珪素粉末に、所定の添加物を添加し、混練して形成することが好ましい。
- [0090] 具体的には、炭化珪素粉末（炭化珪素）に、金属珪素（金属珪素粉末）、バインダ、界面活性剤、造孔材、水等を添加して、混練して電極部形成原料を作製する。炭化珪素粉末の質量と金属珪素の質量との合計に対して、金属珪素の質量が20～40質量%となるようにすることが好ましい。炭化珪素粉末における炭化珪素粒子の平均粒子径は、10～70 μm が好ましい。金属珪素（金属珪素粉末）の平均粒子径は、2～20 μm であることが好ましい。2 μm より小さいと、体積電気抵抗が大きくなりすぎることがある。20 μm より大きいと、製造時に変形することがある。炭化珪素粒子及び金属珪素（金属珪素粒子）の平均粒子径はレーザー回折法で測定した値である。炭化珪素粒子は、炭化珪素粉末を構成する炭化珪素の微粒子であり、金属珪素粒子は、金属珪素粉末を構成する金属珪素の微粒子である。炭化珪素粒子及び金属珪素の合計質量は、電極部形成原料全体の質量に対して40～80質量%であることが好ましい。
- [0091] バインダとしては、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、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、電極部形成原料全体に対して0.1～2質量%であることが好ましい。
- [0092] 水の含有量は、電極部形成原料全体に対して19～55質量%であることが好ましい。
- [0093] 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、1種単独で使用しても

よいし、２種以上を組み合わせ使用してもよい。界面活性剤の含有量は、電極部形成原料全体に対して２質量％以下であることが好ましい。

[0094] 次に、炭化珪素粉末（炭化珪素）、金属珪素（金属珪素粉末）、バインダ、界面活性剤、造孔材、水等を混合して得られた混合物を混練して、ペースト状の電極部形成原料とすることが好ましい。混練の方法は特に限定されず、例えば、縦型の攪拌機を用いることができる。

[0095] 次に、得られた電極部形成原料を、乾燥させたハニカム成形体の側面に塗布することが好ましい。電極部形成原料をハニカム成形体の側面に塗布する方法は、特に限定されないが、例えば、印刷方法を用いることができる。また、電極部形成原料は、上記本発明のハニカム構造体における電極部の形状になるように、ハニカム成形体の側面に塗布することが好ましい。電極部の厚さは、電極部形成原料を塗布するときの厚さを調整することにより、所望の厚さとすることができ。このように、電極部形成原料をハニカム成形体の側面に塗布し、乾燥、焼成するだけで電極部を形成することができるため、非常に容易に電極部を形成することができる。

[0096] 次に、ハニカム成形体の側面に塗布した電極部形成原料を乾燥させることが好ましい。乾燥条件は、５０～１００℃とすることが好ましい。

[0097] 次に、電極端子突起部形成用部材を作製することが好ましい。電極端子突起部形成用部材は、ハニカム成形体に貼り付けられて、電極端子突起部となるものである。電極端子突起部形成用部材の形状は、特に限定されないが、例えば、図５、図６に示すような形状に形成することが好ましい。そして、得られた電極端子突起部形成用部材を、電極部形成原料が塗布されたハニカム成形体の、電極部形成原料が塗布された部分に貼り付けることが好ましい。尚、ハニカム成形体の作製、電極部形成原料の調合、及び電極端子突起部形成用部材の作製の、順序はどのような順序でもよい。

[0098] 電極端子突起部形成用部材は、電極端子突起部形成原料（電極端子突起部形成用部材を形成するための原料）を成形、乾燥して得ることが好ましい。電極端子突起部の主成分を、炭化珪素及び珪素とする場合、電極端子突起部

形成原料は、炭化珪素粉末及び珪素粉末に、所定の添加物を添加し、混練して形成することが好ましい。

[0099] 具体的には、炭化珪素粉末（炭化珪素）に、金属珪素（金属珪素粉末）、バインダ、界面活性剤、造孔材、水等を添加して、混練して電極端子突起部形成原料を作製する。炭化珪素粉末の質量と金属珪素の質量との合計に対して、金属珪素の質量が20～40質量%となるようにすることが好ましい。炭化珪素粉末における炭化珪素粒子の平均粒子径は、10～70 μm が好ましい。金属珪素（金属珪素粉末）の平均粒子径は、2～20 μm であることが好ましい。2 μm より小さいと、体積電気抵抗が大きくなりすぎることがある。20 μm より大きいと、製造時に変形することがある。炭化珪素粒子及び金属珪素（金属珪素粒子）の平均粒子径はレーザー一回折法で測定した値である。炭化珪素粒子は、炭化珪素粉末を構成する炭化珪素の微粒子であり、金属珪素粒子は、金属珪素粉末を構成する金属珪素の微粒子である。炭化珪素粒子及び金属珪素の合計質量は、電極端子突起部形成原料全体の質量に対して50～85質量%であることが好ましい。

[0100] バインダとしては、メチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、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、電極端子突起部形成原料全体に対して1～10質量%であることが好ましい。

[0101] 水の含有量は、電極端子突起部形成原料全体に対して15～30質量%であることが好ましい。

[0102] 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、1種単独で使用してもよいし、2種以上を組み合わせ使用してもよい。界面活性剤の含有量は、電極端子突起部形成原料全体に対して2質量%以下であることが好ましい。

[0103] 次に、炭化珪素粉末（炭化珪素）、金属珪素（金属珪素粉末）、バインダ

、界面活性剤、造孔材、水等を混合して得られた混合物を混練して、電極端子突起部形成原料とすることが好ましい。混練の方法は特に限定されず、例えば、混練機を用いることができる。

[0104] 得られた電極端子突起部形成原料を成形して、電極端子突起部形成用部材の形状にする方法は特に限定されず、押し出し成形後に加工する方法を挙げることができる。

[0105] 電極端子突起部形成原料を成形して、電極端子突起部形成用部材の形状にした後に、乾燥させて、電極端子突起部形成用部材を得ることが好ましい。乾燥条件は、50～100℃とすることが好ましい。

[0106] 次に、電極端子突起部形成用部材を、電極部形成原料が塗布されたハニカム成形体に貼り付けることが好ましい。電極端子突起部形成用部材をハニカム成形体（ハニカム成形体の電極部形成原料が塗布された部分）に貼り付ける方法は、特に限定されないが、上記電極部形成原料を用いて電極端子突起部形成用部材をハニカム成形体に貼り付けることが好ましい。例えば、電極端子突起部形成用部材の「ハニカム成形体に貼り付く面（ハニカム成形体に接触する面）」に電極部形成原料を塗布し、「当該電極部形成原料を塗布した面」がハニカム成形体に接触するようにして、電極端子突起部形成用部材をハニカム成形体に貼り付けることが好ましい。

[0107] そして、電極部形成原料が塗布され、電極端子突起部形成用部材が貼り付けられたハニカム成形体を乾燥し、焼成して、本発明のハニカム構造体とすることが好ましい。

[0108] このときの乾燥条件は、50～100℃とすることが好ましい。

[0109] また、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、1400～1500℃で、1～20時間加熱することが好ましい。また、焼成後、耐久性向上のために、1200～1350℃

で、1～10時間、酸素化処理を行うことが好ましい。

- [0110] 尚、電極端子突起部形成用部材は、ハニカム成形体を焼成する前に貼り付けてもよいし、焼成した後に貼り付けてもよい。電極端子突起部形成用部材を、ハニカム成形体を焼成した後に貼り付けた場合は、その後に、上記条件によって再度焼成することが好ましい。

実施例

- [0111] 以下、本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

- [0112] (実施例1～16)

(ハニカム構造部)

表1に記載のSi原料とSiC原料の合計100質量%に対し、吸水性樹脂1質量%、ヒドロキシプロピルメチルセルロース7質量%、水35質量%を混合、混練し、坯土とした。真空土練機にて成形用坯土とし、押出成形機にて成形し、乾燥、両端面を切断し乾燥体を得た。乾燥体を550℃で3時間脱脂後、1450℃のアルゴン中で2時間焼成した。得られたハニカム構造部4のサイズは直径93mm、長さ100mmで気孔率、気孔径（平均細孔径）、体積電気抵抗、リブ厚（隔壁の厚さ）、セル数（セル密度）は表1に記載の通りであった。

- [0113] (中間層)

表1に記載のSi原料とSiC原料の合計100質量%に対し、ヒドロキシプロピルメチルセルロース0.4質量%、水300質量%を縦型混合機で混合し、スラリーを得た。焼成後のハニカム構造部4の側面の対極2箇所には75mm幅、厚さ0.1mmとなるように、得られたスラリーをスプレーで吹き付け、70℃で乾燥し、中間層15を形成した。

- [0114] (電極部)

表2に記載のSi原料とSiC原料の合計100質量%に対し、ヒドロキシプロピルメチルセルロース0.4質量%、界面活性剤0.5質量%、グリセリン7質量%、水22質量%を縦型混合機にて混合し、電極部形成材料と

してのスラリーを得た。ハニカム構造部4の上に吹き付けた中間層15の上に、得られたスラリーを側面の対極2箇所に60mm幅、厚さ2mmに塗布し、70℃で乾燥し電極部（ペースト電極）21を形成した。

[0115] （電極端子突起部）

次に、電極と同じSi原料とSiC原料を用いてこれに、ヒドロキシプロピルメチルセルロース4質量%を添加すると共に、水28質量%を添加して、混合した。混合物を混練して電極端子突起部形成原料とした。電極端子突起部形成原料を、真空土練機を用いて坏土とした。得られた坏土を、真空土練機を用いて成形し、電極端子突起部に加工し、乾燥して、電極端子突起部形成用部材を得た。また、乾燥条件は、70℃とした。板状に相当する部分は、3mm×12mm×15mmの大きさとした。また、突起部に相当する部分は、底面の直径が7mmで、中心軸方向の長さが10mmの円柱状とした。電極端子突起部形成用部材は2つ作製した。

[0116] 次に、2つの電極端子突起部形成用部材のそれぞれを、ハニカム成形体の2箇所の電極部形成原料を塗布した部分のそれぞれに貼り付けた。電極端子突起部形成用部材は、電極部形成原料を用いて、ハニカム成形体の電極部形成原料を塗布した部分に貼り付けた。その後、電極部形成原料を塗布し、電極端子突起部形成用部材を貼り付けたハニカム成形体を、脱脂し、焼成し、更に酸化処理してハニカム構造体100を得た。脱脂の条件は、550℃で3時間とした。焼成の条件は、アルゴン雰囲気下で、1450℃、2時間とした。酸化処理の条件は、1300℃で1時間とした。

[0117] （実施例17）

電極端子突起部22を取り付けた焼成前の実施例6の側面電極に実施例6と同じ中間層15用のスラリーをスプレーで吹きつけ、70℃で乾燥した。次いで、脱脂し、焼成し、更に酸化処理してハニカム構造体を得た。脱脂の条件は、550℃で3時間とした。焼成の条件は、アルゴン雰囲気下で、1450℃、2時間とした。酸化処理の条件は、1300℃で1時間とした。構造体抵抗は、18Ω、発熱性は良好であった。

[0118] (比較例 1 ~ 3)

実施例と同様に、表 1 ~ 2 に示す構成の比較例を作製した。

[0119] (体積電気抵抗)

測定対象と同じ材質で 10 mm × 10 mm × 50 mm の試験片を作成した (つまり、ハニカム構造部 4 の体積電気抵抗を測定する場合にはハニカム構造部 4 と同じ材質で、側面電極 23 の体積抵抗を測定する場合には側面電極 23 と同じ材質で、それぞれ試験片を作製した。なお、側面電極 23 である電極部 21 (ペースト電極) と電極端子突起部 22 は、同じ材質で作製した。)。試験片の両端部全面に銀ペーストを塗布し、配線して通電できるようにした。試験片に電圧印加電流測定装置をつなぎ印加した。試験片中央部に熱伝対を設置し、電圧印加時の試験片温度の経時変化をレコーダーにて確認した。600 V 印加し、試験片温度が 400 °C になった時点で流れた電流値及び電圧値と、試験片寸法から体積電気抵抗を算出した。

[0120] (電気抵抗)

ハニカム構造体 100 の中心部に熱電対を設置し、ハニカム構造体 100 の中心部の温度をレコーダーで記録できるようにした。そして、ハニカム構造体 100 の 2 つの電極端子突起部 22 のそれぞれに電圧印加電流測定装置を繋いで、600 V の電圧を印加した。そして、ハニカム構造体 100 の中心部の温度が 400 °C になったときの電圧印加電流測定装置の電流値を読み取った。そして、電圧 (600 V) 及び電流値よりハニカム構造体 100 の電気抵抗 (側面電極 23, 23 間の電気抵抗) を求めた。また、全体の発熱状態をサーモグラフィで観察し、発熱の温度分布を観察した。表 1 及び表 2 に実施例及び比較例の構成、及び試験結果を示す。なお、表 2 の発熱性は、ハニカム構造体 100 の中心部の温度が 400 °C になったときのハニカム端面のサーモグラフィ温度差が 100 °C 未満のときを○、100 °C 以上のときを×とした。

[0121]

[表1]

	ハニカム構造部										中間層			
	SiC		Si		気孔率 (%)	気孔径 (μm)	体積 電気抵抗 (Ωcm)	リブ厚 (μm)	セル数 (個/ cm^2)	SiC		Si		
	平均 粒子径 (μm)	配合量 (質量%)	平均 粒子径 (μm)	配合量 (質量%)						平均 粒子径 (μm)	配合量 (質量%)			
実施例1	3	60	6	40	51	2.3	35	110	90	15	60	6	40	
実施例2	3	70	6	30	54	2.1	40	60	140	15	65	6	35	
実施例3	3	70	6	30	54	2.1	40	60	140	15	65	6	35	
実施例4	10	65	6	35	43	4.1	26	110	90	30	60	6	40	
実施例5	10	70	6	30	45	4.0	35	110	90	30	65	6	35	
実施例6	10	80	6	20	47	3.9	69	110	90	30	70	6	30	
実施例7	20	70	6	30	36	8.5	8	150	60	50	65	6	35	
実施例8	40	70	6	30	30	19.0	1.1	150	60	50	65	6	35	
実施例9	20	85	6	15	40	8.2	15	150	60	50	70	6	30	
実施例10	20	90	6	10	55	3.4	34	150	60	50	70	6	30	
実施例11	10	70	6	30	45	4.0	35	110	90	30	65	6	35	
実施例12	10	70	6	30	45	4.0	35	110	90	30	65	6	35	
実施例13	10	70	6	30	45	4.0	35	110	90	30	65	6	35	
実施例14	10	70	6	30	45	4.0	35	110	90	30	65	6	35	
実施例15	10	70	6	30	45	4.0	35	110	90	30	65	6	35	
実施例16	10	70	6	30	45	4.0	35	110	90	30	65	6	35	
比較例1	10	70	6	30	45	4.0	40	110	90	なし				
比較例2	30	70	6	30	28	24.2	0.6	150	90	50	65	6	35	
比較例3	1	70	6	30	62	0.7	101	110	90	15	65	6	35	

[0122]

[表2]

	側面電極											ハニカム 構造体の 電気抵抗 (Ω)	発熱性
	SiC		Si		Al 配合量 (質量%)	Mo 配合量 (質量%)	Sn 配合量 (質量%)	Zr 配合量 (質量%)	気孔率 (%)	気孔径 (μm)	体積 電気 抵抗 (Ω cm)		
	平均 粒子径 (μm)	配合量 (質量%)	平均 粒子径 (μm)	配合量 (質量%)									
実施例1	30	60	6	40	0	0	0	0	37	15	0.78	○	
実施例2	20	60	6	40	0	0	0	0	39	11	1.34	○	
実施例3	10	60	6	40	0	0	0	0	40	10	1.72	○	
実施例4	50	60	6	40	0	0	0	0	35	21	0.61	○	
実施例5	50	60	6	40	0	0	0	0	35	21	0.61	○	
実施例6	50	60	6	40	0	0	0	0	35	21	0.61	○	
実施例7	70	60	6	40	0	0	0	0	33	34	0.37	○	
実施例8	50	60	6	40	0	0	0	0	35	21	0.61	○	
実施例9	60	60	6	40	0	0	0	0	34	25	0.48	○	
実施例10	50	60	6	40	0	0	0	0	35	21	0.61	○	
実施例11	50	60	6	35	5	0	0	0	33	24	0.38	○	
実施例12	50	60	6	35	0	5	0	0	34	25	0.40	○	
実施例13	50	60	6	35	0	0	5	0	33	23	0.41	○	
実施例14	50	60	6	35	0	0	0	5	34	24	0.42	○	
実施例15	50	60	6	20	20	0	0	0	32	24	0.35	○	
実施例16	50	60	6	30	5	5	0	0	32	25	0.37	○	
比較例1	50	60	6	40	0	0	0	0	35	21	0.61	×	
比較例2	60	60	6	40	0	0	0	0	35	25	0.48	×	
比較例3	30	60	6	40	0	0	0	0	37	15	0.78	×	

[0123] (試験結果)

比較例 1 は、側面電極の電極部 2 1 とハニカム構造部 4 の界面抵抗が大きいため、電極部 2 1 での発熱が大きく、発熱が不均一であった。比較例 2 は、ハニカム構造部 4 の電気抵抗が低すぎ、電圧を上げることができず、均一な発熱が得られなかった。比較例 3 は、ハニカム構造部 4 の電気抵抗が高すぎ、電流が十分流れず、所定時間内に昇温することができなかった。中間層 1 5 を形成した実施例 1 ～ 1 6 は、電圧を制御することにより、略均一に、所定時間内に昇温することができた。

産業上の利用可能性

[0124] 本発明のハニカム構造体は、化学、電力、鉄鋼等の様々な分野において、内燃機関から排出される排ガスを浄化する触媒装置用の担体として好適に利用することができる。

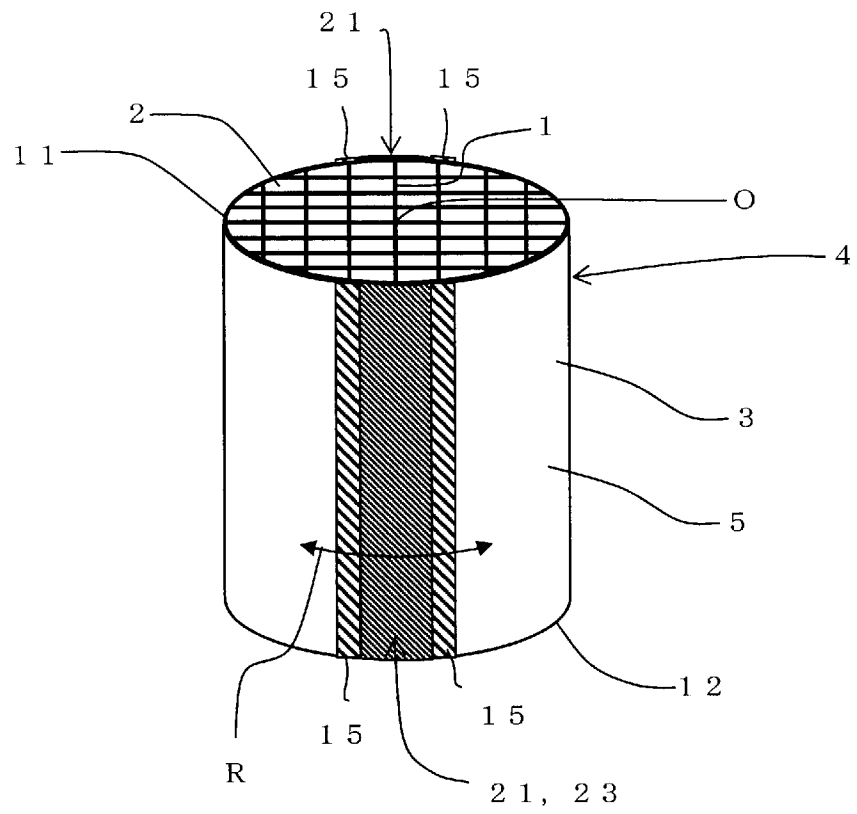
符号の説明

[0125] 1 : 隔壁、2 : セル、3 : 外周壁、4 : ハニカム構造部、5 : 側面、1 1 : 一方の端面、1 2 : 他方の端面、1 5 : 中間層、1 5 s : 表面層、2 1 : 電極部、2 2 : 電極端子突起部、2 2 a : 基板、2 2 b : 突起部、2 3 : 側面電極、1 0 0, 2 0 0, 3 0 0 : ハニカム構造体、O : 中心部、R : 周方向。

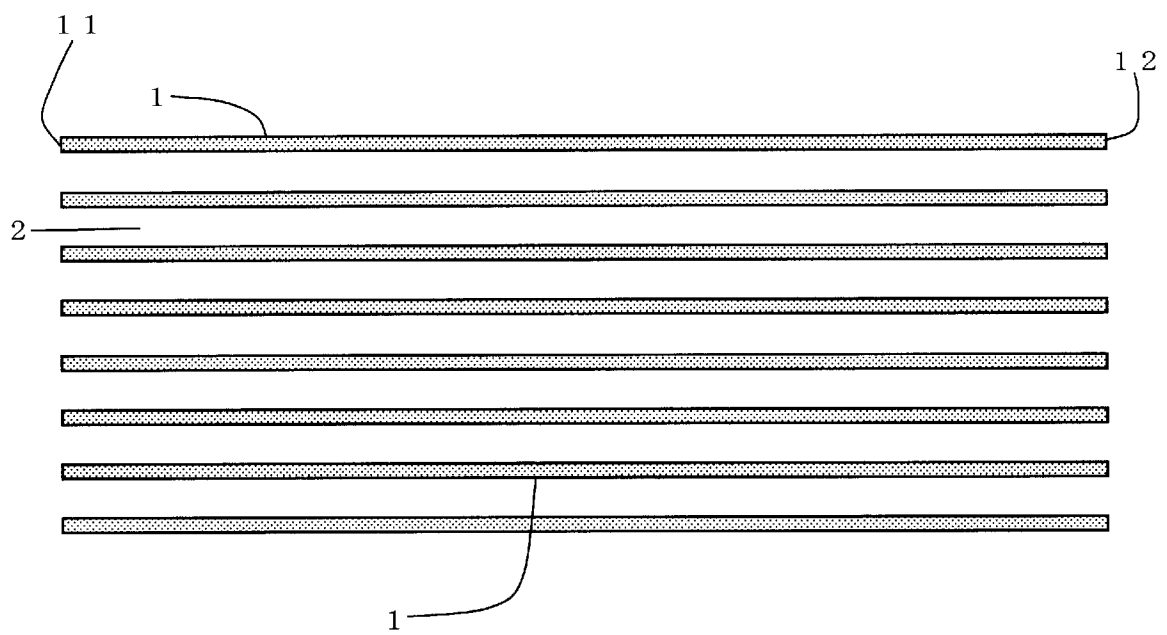
請求の範囲

- [請求項1] 流体の流路となる一方の端面から他方の端面まで延びる複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁と、最外周に位置する外周壁とを有する筒状のハニカム構造部と、前記ハニカム構造部の側面に配設された一対の側面電極と、前記ハニカム構造部と前記側面電極との間に1層以上の中間層を備え、
- 前記ハニカム構造部が、骨材としての炭化珪素粒子、及び前記炭化珪素粒子を結合させる結合材としての珪素を含有し、
- 前記ハニカム構造部の前記骨材としての炭化珪素粒子の平均粒子径が $3 \sim 40 \mu\text{m}$ 、珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率 (Si / SiC) が $10 / 90 \sim 40 / 60$ であり、
- 前記側面電極は、炭化珪素粒子の平均粒子径が $10 \sim 70 \mu\text{m}$ 、珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率 (Si / SiC) が $20 / 80 \sim 50 / 50$ であり、
- 前記中間層は、炭化珪素粒子の平均粒子径が前記ハニカム構造部と前記側面電極の間で、珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の比率が前記ハニカム構造部と前記側面電極の間であり、
- 前記側面電極間の電気抵抗が $2 \sim 100 \Omega$ であるハニカム構造体。
- [請求項2] 前記ハニカム構造部の気孔率が $30 \sim 60\%$ 、平均細孔径が $2 \sim 20 \mu\text{m}$ 、隔壁の厚さが $50 \sim 200 \mu\text{m}$ 、セル密度が $50 \sim 150$ セル/ cm^2 である請求項1に記載のハニカム構造体。
- [請求項3] 前記側面電極、及び／または前記中間層にアルミニウム、モリブデン、錫、ジルコニウムのうち少なくとも1種類を含む請求項1または2に記載のハニカム構造体。
- [請求項4] 前記側面電極の表面に、前記中間層と同じ組成の表面層を備える請求項1～3のいずれか1項に記載のハニカム構造体。

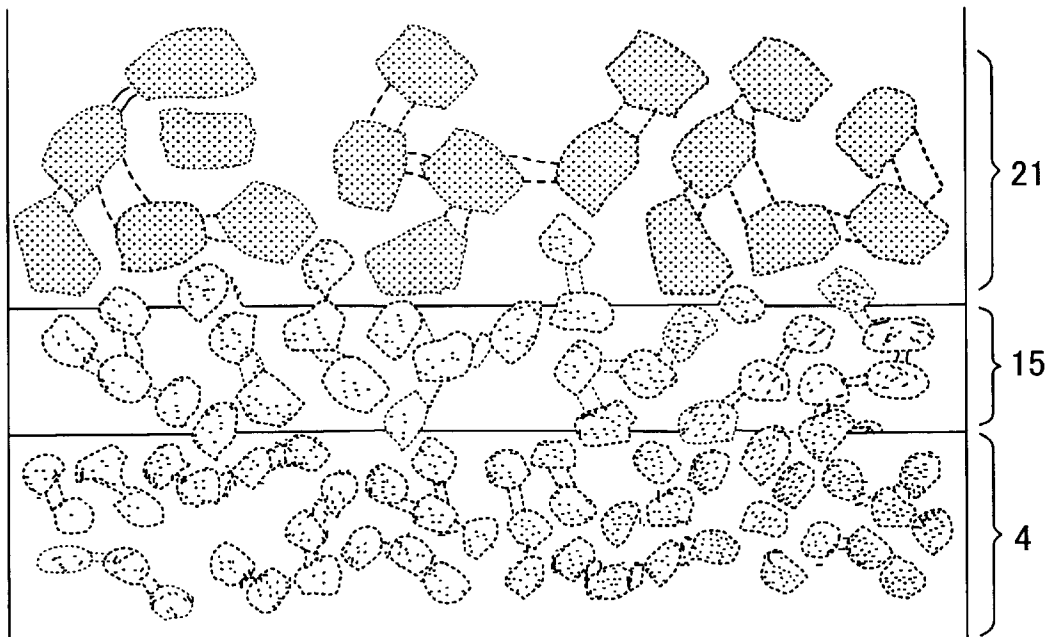
1 0 0



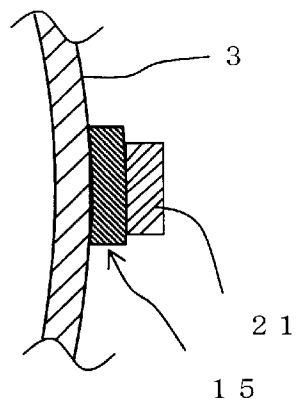
100



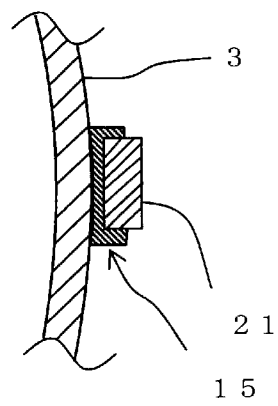
[図3]



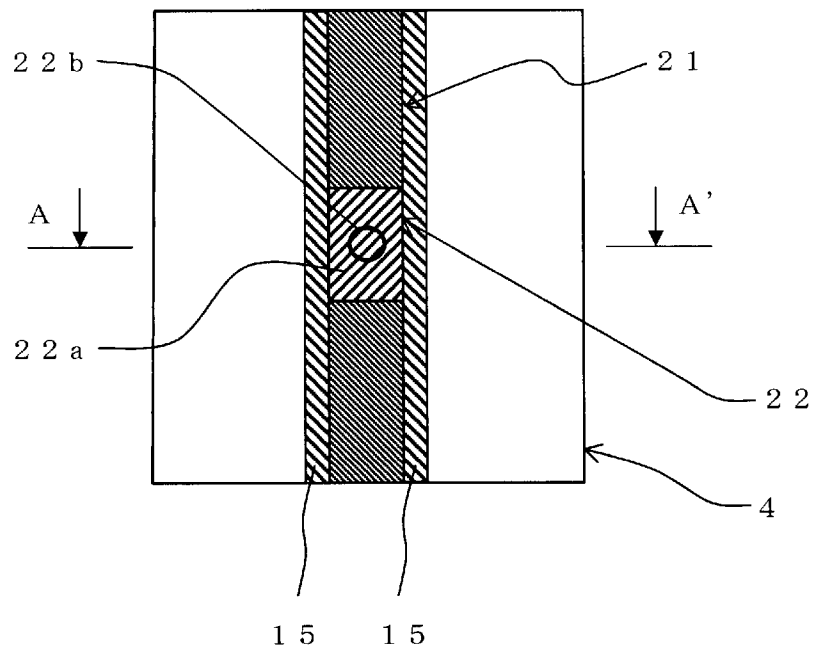
[図4A]



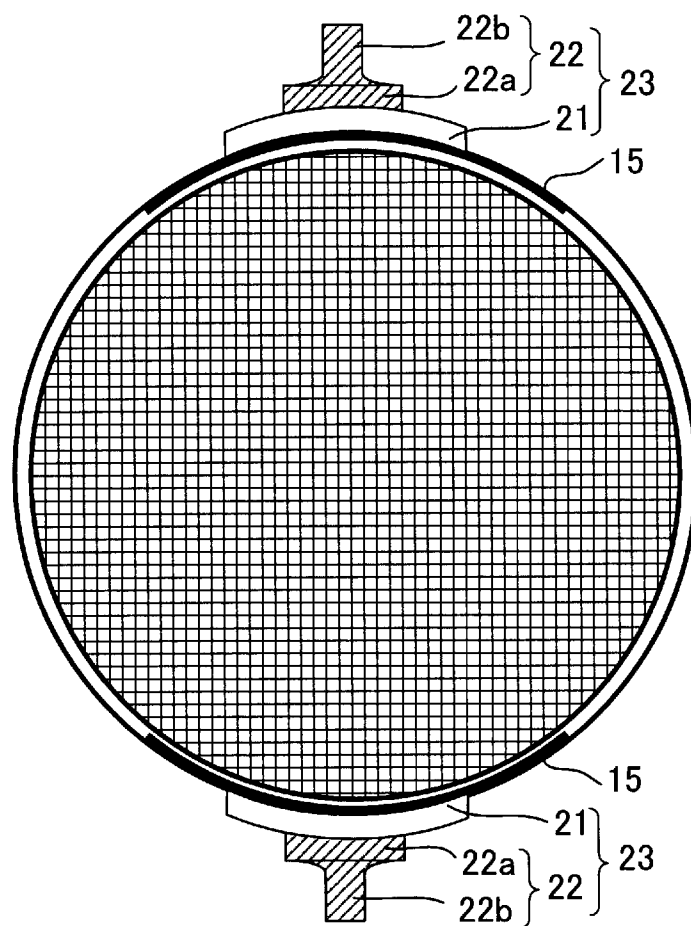
[図4B]



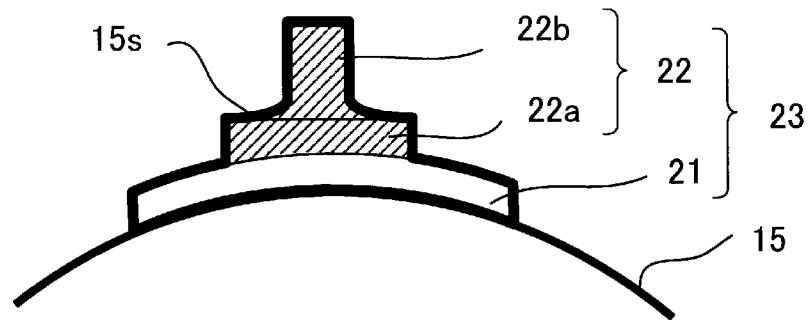
[図5]

200

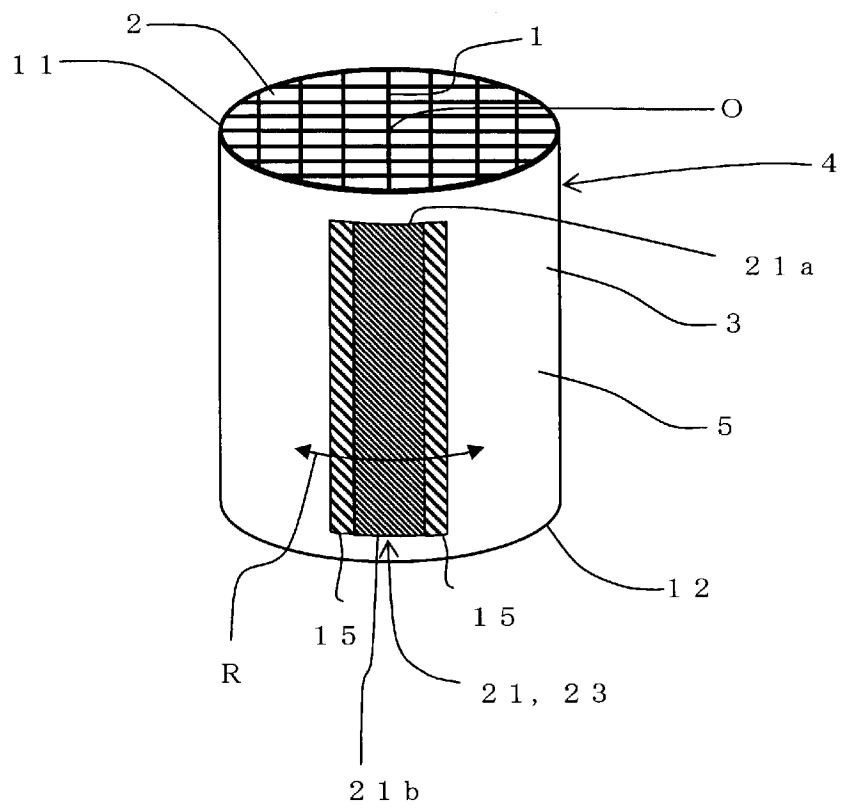
[図6]

200

[図7]



[図8]

300

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054357

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/86(2006.01)i, B01J35/04(2006.01)i, F01N3/10(2006.01)i, F01N3/24(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)

B01D53/86, B01J35/04, F01N3/10, F01N3/24, 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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 04-132662 A (Sharp Corp.), 06 May 1992 (06.05.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2004-315302 A (TYK Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), entire text (Family: none)	1-4
A	WO 2008/096852 A1 (NGK Insulators, Ltd.), 14 August 2008 (14.08.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 May, 2011 (12.05.11)

Date of mailing of the international search report
24 May, 2011 (24.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054357

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 04-067588 A (NGK Insulators, Ltd.), 03 March 1992 (03.03.1992), entire text; all drawings & US 5266278 A & US 5200154 A & EP 0465237 A2	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B01D53/86(2006.01)i, B01J35/04(2006.01)i, F01N3/10(2006.01)i, F01N3/24(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. B01D53/86, B01J35/04, F01N3/10, F01N3/24, 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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 04-132662 A (シャープ株式会社) 1992.05.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2004-315302 A (東京窯業株式会社) 2004.11.11, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2008/096852 A1 (日本碍子株式会社) 2008.08.14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4

☒ 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

1 2 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 5 . 2 0 1 1

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)

壺内 信吾

4 G

3 7 7 3

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

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
A	JP 04-067588 A (日本碍子株式会社) 1992.03.03, 全文、全図 & US 5266278 A & US 5200154 A & EP 0465237 A2	1-4