

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6211785号
(P6211785)

(45) 発行日 平成29年10月11日(2017.10.11)

(24) 登録日 平成29年9月22日(2017.9.22)

(51) Int.Cl.	F I	
B O 1 J 35/02 (2006.01)	B O 1 J 35/02	G
C O 4 B 38/00 (2006.01)	C O 4 B 38/00	3 O 3 Z
B O 1 J 27/24 (2006.01)	B O 1 J 27/24	Z A B A
B O 1 J 27/224 (2006.01)	B O 1 J 27/224	A
B O 1 J 35/04 (2006.01)	B O 1 J 35/04	3 O 1 F
請求項の数 20 (全 36 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2013-75368 (P2013-75368)	(73) 特許権者	000004064
(22) 出願日	平成25年3月29日(2013.3.29)		日本碍子株式会社
(65) 公開番号	特開2014-198318 (P2014-198318A)		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(43) 公開日	平成26年10月23日(2014.10.23)	(74) 代理人	100088616
審査請求日	平成27年11月18日(2015.11.18)		弁理士 渡邊 一平
		(74) 代理人	100089347
			弁理士 木川 幸治
		(74) 代理人	100154379
			弁理士 佐藤 博幸
		(74) 代理人	100154829
			弁理士 小池 成
		(72) 発明者	菊池 芳郎
			愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
			日本碍子株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 ハニカム構造体、及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体の流路となる一方の端面である第一端面から他方の端面である第二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对の電極部とを備え、

前記ハニカム構造部の400における電気抵抗率が、1~200cmであり、

前記一对の電極部のそれぞれが、前記ハニカム構造部のセルの延びる方向に延びる帯状に形成され、

前記セルの延びる方向に直交する断面において、前記一对の電極部における一方の前記電極部が、前記一对の電極部における他方の前記電極部に対して、前記ハニカム構造部の中心を挟んで反対側に配設され、

前記電極部が、珪素と骨材とを含み、前記電極部に含まれる前記骨材の体積に対する、前記電極部に含まれる前記珪素の体積の比率(珪素/骨材)が、60/40~80/20であり、

前記電極部に含まれる前記骨材の体積に対する、前記電極部に含まれる前記珪素の体積の比率(珪素/骨材)は、X線回折法により測定したXRDパターンをWPPD法によりフィッティングすることにより求めた値である、ハニカム構造体。

【請求項2】

前記骨材の平均粒子径が、0.1~5µmであり、

前記骨材の平均粒子径は、前記電極部の断面を倍率2000倍にて走査型電子顕微鏡で

観察し、当該断面の画像中の前記骨材の粒子の最大径を、無作為に20点測定したときにおける、前記断面の5視野の観察結果の相加平均の値である、請求項1に記載の八二カム構造体。

【請求項3】

前記骨材が、炭化珪素、窒化珪素、ムライト、及びアルミナからなる群より選択される少なくとも一種を含む材料からなる粒子である、請求項1又は2に記載の八二カム構造体。

【請求項4】

前記骨材が、炭化珪素からなる粒子と、ムライトからなる粒子とを含み、前記ムライトからなる粒子の体積に対する、前記炭化珪素からなる粒子の体積の比率（炭化珪素/ムライト）が、 $20/80 \sim 80/20$ である、請求項3に記載の八二カム構造体。

10

【請求項5】

前記電極部が、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を更に含む、請求項1～4のいずれか一項に記載の八二カム構造体。

【請求項6】

前記アルカリ土類金属酸化物が、 MgO である、請求項5に記載の八二カム構造体。

【請求項7】

前記電極部が、前記珪素と前記骨材との合計体積を100体積部とした場合に、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を合計で2～10体積部含む、請求項5又は6に記載の八二カム構造体。

20

【請求項8】

前記電極部が、前記電極部に含まれる前記珪素中に、 Ni 、 Co 、 Fe 、 Ca 、 Al 、 B 、及び P からなる群より選択される少なくとも一種の成分を含む、請求項1～7のいずれか一項に記載の八二カム構造体。

【請求項9】

前記電極部が、前記珪素中に、前記群より選択される少なくとも一種の前記成分を、前記珪素の原子数に対し、原子数の比率で0.1～10at%含む、請求項8に記載の八二カム構造体。

【請求項10】

前記電極部は、前記珪素がn型半導体である、請求項1～9のいずれか一項に記載の八二カム構造体。

30

【請求項11】

前記電極部の気孔率が、5～40%であり、

前記電極部の気孔率は、前記電極部の断面を倍率500倍にて走査型電子顕微鏡で観察して計測した値である、請求項1～10のいずれか一項に記載の八二カム構造体。

【請求項12】

前記電極部の厚さが、 $50 \sim 300 \mu m$ である、請求項1～11のいずれか一項に記載の八二カム構造体。

【請求項13】

前記電極部の表面の少なくとも一部を覆うように配設された表面コート層を、更に備えた、請求項1～12のいずれか一項に記載の八二カム構造体。

40

【請求項14】

前記表面コート層が、炭化珪素、窒化珪素、ムライト、及びアルミナからなる群より選択される少なくとも一種を含む材料からなる、請求項13に記載の八二カム構造体。

【請求項15】

前記表面コート層が、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を更に含む、請求項14に記載の八二カム構造体。

【請求項16】

前記表面コート層の厚さが、 $0.5 \sim 50 \mu m$ である、請求項13～15のいずれか一項に記載の八二カム構造体。

50

【請求項 17】

請求項 1 ~ 16 のいずれか一項に記載の八ニカム構造体の製造方法であって、

流体の流路となる一方の端面である第一端面から他方の端面である第二端面まで延びる複数のセルを区画形成する隔壁と、最外周に位置する外周壁とを有する筒状の八ニカム成形体、又は前記八ニカム成形体を焼成して得た八ニカム焼成体の側面の第一の領域及び第二の領域に、電極部形成原料をそれぞれ塗工し、塗工した前記電極部形成原料を乾燥及び焼成して、一对の電極部を形成する電極部形成工程を備え、

前記電極部形成工程は、前記電極部形成原料を、前記八ニカム成形体又は前記八ニカム焼成体の前記セルの延びる方向に直交する断面において、前記第一領域が、前記第二領域に対して、前記八ニカム成形体又は前記八ニカム焼成体の中心を挟んで反対側に位置するように、塗工するものであり、

前記電極部形成原料は、珪素と骨材とを含み、前記電極部形成原料に含まれる前記骨材の体積に対する、前記電極部形成原料に含まれる前記珪素の体積の比率（珪素 / 骨材）が、 $60 / 40 \sim 80 / 20$ である、八ニカム構造体の製造方法。

【請求項 18】

前記電極部形成原料に含まれる前記珪素として、平均粒子径が $5 \sim 15 \mu\text{m}$ の珪素粉末を用いる、請求項 17 に記載の八ニカム構造体の製造方法。

【請求項 19】

前記電極部形成原料に含まれる前記珪素が、珪素粉末であり、当該珪素粉末が、珪素含有量が $90.0 \sim 99.9 \text{ at}\%$ である、請求項 17 又は 18 に記載の八ニカム構造体の製造方法。

【請求項 20】

前記第一の領域及び前記第二の領域に塗工した前記電極部形成原料を乾燥させた後、前記電極部形成原料の表面の少なくとも一部に、表面コート層形成原料を塗工する、請求項 17 ~ 19 のいずれか一項に記載の八ニカム構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、八ニカム構造体、及びその製造方法に関する。さらに詳しくは、触媒担体であると共に電圧を印加することによりヒーターとしても機能する八ニカム構造体、及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、コーゼライト製の八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八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。八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。しかし、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。

【0003】

そのため、触媒担体であると共に電圧を印加することによりヒーターとしても機能する八ニカム構造体が提案されている（例えば、特許文献 1 ~ 4 を参照）。

【0004】

特許文献 1 ~ 3 には、筒状の八ニカム構造部と、この八ニカム構造部の側面に配設された一对の電極部と、を備えた八ニカム構造体が開示されている。八ニカム構造部は、複数のセルを区画形成する多孔質の隔壁と、外周壁とを有するものである。特許文献 1 には、八ニカム構造部の 400 における体積電気抵抗率が $1 \sim 40 \text{ cm}$ であり、電極部の 400 における体積電気抵抗率が、八ニカム構造部の体積電気抵抗率の 40% 以下であることが記載されている。特許文献 2 には、珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) を含む電極部が記載されている。この特許文献 2 における電極部は、炭化珪素粒子の平均粒子径が 1

10

20

30

40

50

0 ~ 70 μm 、珪素 (Si) と炭化珪素 (SiC) の質量の比率 (Si / SiC) が 20 / 80 ~ 50 / 50 である。また、特許文献 3 には、セルの延びる方向に直交する断面において、それぞれの電極部の中心角の 0.5 倍が、15 ~ 65° であることが記載されている。また、特許文献 3 には、それぞれの電極部が、セルの延びる方向に直交する断面において、ハニカム構造部の周方向における中央部から周方向における両端に向かって薄くなるように形成されることが記載されている。また、特許文献 4 には、導電性材料からなり隔壁に仕切られたガス流れ方向に実質的に平行な多数の貫通孔と、ガス流入側及びガス流出側の両端面とを備えた通電発熱用ハニカム体が開示されている。この通電発熱用ハニカム体は、体積抵抗率が低い電極部と、体積抵抗率が高い発熱部とを備え、電極部が両端面全面に形成されている。更に、この通電発熱用ハニカム体は、発熱部の体積抵抗率が 0.1 ~ 10 cm^2 で、電極部の体積抵抗率が発熱部の体積抵抗率の 1 / 10 以下である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】国際公開第 2011 / 043434 号

【特許文献 2】国際公開第 2011 / 105567 号

【特許文献 3】国際公開第 2011 / 125817 号

【特許文献 4】特開 2010 - 229976 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

しかしながら、従来のヒーターとしても機能するハニカム構造体は、ハニカム構造部に均一に電流が流れ難いことがあり、ハニカム構造部に加熱され難い箇所が生じてしまうという問題があった。即ち、従来のハニカム構造体においては、ハニカム構造部に比して、電極部の抵抗が十分に低くないため、所定の電源から電極部に供給された電流が、電極部全域に伝達する前に、電流供給箇所に近い部分から、ハニカム構造部へと優先的に流れてしまうことがある。この結果、ハニカム構造部は、優先的に電流が流れる部分が大きく発熱し、その一方で、電流が流れ難い部分が十分に発熱しなくなってしまう。このように、従来のヒーターとしても機能するハニカム構造体においては、発熱時に温度ムラ (別言すれば、発熱ムラ) が生じることがあった。

30

【0007】

本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、触媒担体であると共に電圧を印加することによりヒーターとしても機能し、更に、電極部の電気抵抗率が低く、発熱時における温度ムラを小さくすることが可能なハニカム構造体を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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、及びその製造方法を提供する。

【0009】

[1] 流体の流路となる一方の端面である第一端面から他方の端面である第二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对の電極部とを備え、前記ハニカム構造部の 400 cm^2 における電気抵抗率が、1 ~ 200 cm^2 であり、前記一对の電極部のそれぞれが、前記ハニカム構造部のセルの延びる方向に延びる帯状に形成され、前記セルの延びる方向に直交する断面において、前記一对の電極部における一方の前記電極部が、前記一对の電極部における他方の前記電極部に対して、前記ハニカム構造部の中心を挟んで反対側に配設され、前記電極部が、珪素と骨材とを含み、前記電極部に含まれる前記骨材の体積に対する、前記電極部に含まれる前記珪素の体積の比率 (珪素 / 骨材) が、60 / 40 ~ 80 / 20 であり、前記電極部に含まれる前記骨材の体積に対する、前記電極部に含まれる前記珪素の体積の比率 (珪素 / 骨材) は、X 線回折法により測定

40

50

したXRDパターンをWPPD法によりフィッティングすることにより求めた値である、八ニカム構造体。

【0010】

[2] 前記骨材の平均粒子径が、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ であり、前記骨材の平均粒子径は、前記電極部の断面を倍率2000倍にて走査型電子顕微鏡で観察し、当該断面の画像中の前記骨材の粒子の最大径を、無作為に20点測定したときにおける、前記断面の5視野の観察結果の相加平均の値である、前記[1]に記載の八ニカム構造体。

【0011】

[3] 前記骨材が、炭化珪素、窒化珪素、ムライト、及びアルミナからなる群より選択される少なくとも一種を含む材料からなる粒子である、前記[1]又は[2]に記載の八ニカム構造体。 10

【0012】

[4] 前記骨材が、炭化珪素からなる粒子と、ムライトからなる粒子とを含み、前記ムライトからなる粒子の体積に対する、前記炭化珪素からなる粒子の体積の比率(炭化珪素/ムライト)が、 $20/80 \sim 80/20$ である、前記[3]に記載の八ニカム構造体。

【0013】

[5] 前記電極部が、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を更に含む、前記[1]～[4]のいずれかに記載の八ニカム構造体。

【0014】

[6] 前記アルカリ土類金属酸化物が、 MgO である、前記[5]に記載の八ニカム構造体。 20

【0015】

[7] 前記電極部が、前記珪素と前記骨材との合計体積を100体積部とした場合に、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を合計で2～10体積部含む、前記[5]又は[6]に記載の八ニカム構造体。

【0016】

[8] 前記電極部が、前記電極部に含まれる前記珪素中に、Ni、Co、Fe、Ca、Al、B、及びPからなる群より選択される少なくとも一種の成分を含む、前記[1]～[7]のいずれかに記載の八ニカム構造体。

【0017】

[9] 前記電極部が、前記珪素中に、前記群より選択される少なくとも一種の前記成分を、前記珪素の原子数に対し、原子数の比率で $0.1 \sim 10 \text{ at}\%$ 含む、前記[8]に記載の八ニカム構造体。 30

【0018】

[10] 前記電極部は、前記珪素がn型半導体である、前記[1]～[9]のいずれかに記載の八ニカム構造体。

【0019】

[11] 前記電極部の気孔率が、 $5 \sim 40\%$ であり、前記電極部の気孔率は、前記電極部の断面を倍率500倍にて走査型電子顕微鏡で観察して計測した値である、前記[1]～[10]のいずれかに記載の八ニカム構造体。 40

【0020】

[12] 前記電極部の厚さが、 $50 \sim 300 \mu\text{m}$ である、前記[1]～[11]のいずれかに記載の八ニカム構造体。

【0021】

[13] 前記電極部の表面の少なくとも一部を覆うように配設された表面コート層を、更に備えた、前記[1]～[12]のいずれかに記載の八ニカム構造体。

【0022】

[14] 前記表面コート層が、炭化珪素、窒化珪素、ムライト、及びアルミナからなる群より選択される少なくとも一種を含む材料からなる、前記[13]に記載の八ニカム構造体。 50

【0023】

【15】前記表面コート層が、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を更に含む、前記【14】に記載の八ニカム構造体。

【0024】

【16】前記表面コート層の厚さが、 $0.5 \sim 50 \mu m$ である、前記【13】～【15】のいずれかに記載の八ニカム構造体。

【0025】

【17】前記【1】～【16】のいずれかに記載の八ニカム構造体の製造方法であって、流体の流路となる一方の端面である第一端面から他方の端面である第二端面まで延びる複数のセルを区画形成する隔壁と、最外周に位置する外周壁とを有する筒状の八ニカム成形体、又は前記八ニカム成形体を焼成して得た八ニカム焼成体の側面の第一の領域及び第二の領域に、電極部形成原料をそれぞれ塗工し、塗工した前記電極部形成原料を乾燥及び焼成して、一対の電極部を形成する電極部形成工程を備え、前記電極部形成工程は、前記電極部形成原料を、前記八ニカム成形体又は前記八ニカム焼成体の前記セルの延びる方向に直交する断面において、前記第一領域が、前記第二領域に対して、前記八ニカム成形体又は前記八ニカム焼成体の中心を挟んで反対側に位置するように塗工するものであり、前記電極部形成原料は、珪素と骨材とを含み、前記電極部形成原料に含まれる前記骨材の体積に対する、前記電極部形成原料に含まれる前記珪素の体積の比率（珪素／骨材）が、 $60/40 \sim 80/20$ である、八ニカム構造体の製造方法。

【0026】

【18】前記電極部形成原料に含まれる前記珪素として、平均粒子径が $5 \sim 15 \mu m$ の珪素粉末を用いる、前記【17】に記載の八ニカム構造体の製造方法。

【0027】

【19】前記電極部形成原料に含まれる前記珪素が、珪素粉末であり、当該珪素粉末が、珪素含有量が $90.0 \sim 99.9 \text{ at} \%$ である、前記【17】又は【18】に記載の八ニカム構造体の製造方法。

【0028】

【20】前記第一の領域及び前記第二の領域に塗工した前記電極部形成原料を乾燥させた後、前記電極部形成原料の表面の少なくとも一部に、表面コート層形成原料を塗工する、前記【17】～【19】のいずれかに記載の八ニカム構造体の製造方法。

【発明の効果】

【0029】

本発明の八ニカム構造体においては、八ニカム構造部の側面に配設された電極部が、珪素と骨材とを含み、当該電極部に含まれる骨材の体積に対する、当該電極部に含まれる珪素の体積の比率（珪素／骨材）が、 $60/40 \sim 80/20$ である。このように構成することにより、電極部の電気抵抗率を、従来の八ニカム構造体の電極部に比して、低くすることができる。これにより、一対の電極部のうちの一方の電極部に供給された電流が、当該電極部全域に良好に伝達し、電極部から八ニカム構造部全体に均一に電流が流れることとなる。従って、従来の、ヒーターとしても機能する八ニカム構造体と比較して、発熱時における温度ムラ、別言すれば、発熱ムラを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の八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】本発明の八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】本発明の八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を示す模式図である。

【図4】本発明の八ニカム構造体の更に他の実施形態を模式的に示す斜視図である。

【図5】本発明の八ニカム構造体の更の実施形態の、セルの延びる方向に直交する断面の一部を拡大して示す模式図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】**【0031】**

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。

【0032】**(1) 八ニカム構造体：**

本発明の八ニカム構造体の一の実施形態は、図1～図3に示すように、筒状の八ニカム構造部4と、八ニカム構造部4の側面に配設された一对の電極部21, 21とを備えた、八ニカム構造体100である。八ニカム構造部4は、流体の流路となる一方の端面である第一端面11から他方の端面である第二端面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、最外周に位置する外周壁3とを有する。本実施形態の八ニカム構造体100においては、八ニカム構造部4の電気抵抗率が、1～200 cmである。また、一对の電極部21, 21のそれぞれが、八ニカム構造部4のセル2の延びる方向に延びる帯状に形成されている。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、八ニカム構造部4の中心Oを挟んで反対側に配設されている。更に、一对の電極部21, 21のうち少なくとも一方の電極部21が、珪素と骨材とを含み、当該電極部21に含まれる骨材の体積に対する、当該電極部21に含まれる珪素の体積の比率(珪素/骨材)が、60/40～80/20である。以下、「電極部に含まれる骨材の体積に対する、電極部に含まれる珪素の体積の比率(珪素/骨材)」のことを、単に、「骨材に対する珪素の体積比率」ということがある。

【0033】

以下、本明細書において、電極部に含まれる骨材と珪素の合計体積に占める、骨材の体積の割合(体積%)を、「骨材の体積割合(体積%)」ということがある。また、電極部に含まれる骨材と珪素の合計体積に占める、珪素の体積の割合(体積%)を、「珪素の体積割合(体積%)」ということがある。従って、骨材に対する珪素の体積比率(珪素/骨材)が、60/40～80/20である場合、珪素の体積割合は、60～80体積%であり、骨材の体積割合は、20～40体積%である。

【0034】

ここで、図1は、本発明の八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は、本発明の八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は、本発明の八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を示す模式図である。尚、図3においては、隔壁が省略されている。

【0035】

本実施形態の八ニカム構造体100は、八ニカム構造部4の電気抵抗率が1～200 cmであるため、八ニカム構造部4に電圧を印加することにより、八ニカム構造部4が発熱する。即ち、電圧の高い電源を用いて八ニカム構造部4に電流を流しても、八ニカム構造部4に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。また、上述したように、帯状に形成された一对の電極部21, 21が、八ニカム構造部4の中心Oを挟んで反対側に配設されているため、一对の電極部21, 21間に電圧を印加したときの、八ニカム構造部4の温度分布の偏りを抑制することができる。

【0036】

更に、上述したように、電極部21が、珪素と骨材とを含み、骨材に対する珪素の体積比率(珪素/骨材)が、60/40～80/20である。このため、電極部21の電気抵抗率を、従来の八ニカム構造体の電極部に比して、低くすることができる。これにより、電極部21に供給された電流が、当該電極部21全域に良好に伝達し、この電極部21から八ニカム構造部4全体に均一に電流が流れることとなる。従って、従来の、ヒーターとしても機能する八ニカム構造体と比較して、発熱時における温度ムラ、別言すれば、発熱

ムラを小さくすることができる。電極部 21 に含まれる珪素は、骨材を結合させる結合材として用いられる。そして、珪素は、通常、電極部 21 に含まれる骨材よりも電気抵抗率が低いので、珪素の体積割合を、60～80体積%にすることで、電極部の電気抵抗率が低くなる。本実施形態の八二カム構造体 100 においては、一对の電極部 21, 21 のそれぞれの電極部 21, 21 が、珪素と骨材とを含み、骨材に対する珪素の体積比率（珪素 / 骨材）が、60 / 40～80 / 20 であることが好ましい。また、一对の電極部 21, 21 のうちのいずれか一方の電極部 21 が、珪素と骨材とを含み、骨材に対する珪素の体積比率（珪素 / 骨材）が、60 / 40～80 / 20 であってもよい。電極部 21 の骨材に対する珪素の体積比率（珪素 / 骨材）は、XRD（X線回折法）により測定した XRD パターンを WPPD 法によりフィッティングすることにより求めることができる。上記の X 線回折においては、黒鉛モノクロメーターを使用し、波長が CuK 線によって X 線回折分析を行う。管電圧は 50 kV、管電流は 300 mA とする。連続法を用いて、測定範囲は、5～80°、走査速度は、2 = 2° min⁻¹ とし、受光スリット（Receiving Slit）は 0.3 mm とする。なお、WPPD 法について記載された参考文献として、例えば、下記の参考文献 1 挙げることができる。参考文献 1：Journal of the Ceramic Society of Japan 107 [3] 249 - 257（1999）。また、電極部 21 を作製するための原料（即ち、電極部形成原料）にて、骨材に対する珪素の体積比率を求めることができる場合には、この電極部形成原料の段階で、骨材に対する珪素の体積比率を測定してもよい。

10

【0037】

20

従来の八二カム構造体として、例えば、一对の電極部の材質が、珪素と炭化珪素との複合材であり、珪素と炭化珪素との質量の比率が、20 / 80～50 / 50 であるものが提案されている（上述した特許文献 1 を参照）。このような従来の八二カム構造体において、電極部に含まれる珪素を、電極部に含まれる珪素と炭化珪素の合計の体積に対する割合に換算すると、珪素の体積の割合の最大値は、58体積%となる。このような従来の八二カム構造体の電極部は、電極部の電気抵抗率が高く、電極部に供給された電流が電極部全域に伝達する前に、電流供給箇所に近い部分から、八二カム構造部へと優先的に流れてしまうことがあった。本実施形態の八二カム構造体においては、電極部の骨材に対する珪素の体積比率（珪素 / 骨材）が、60 / 40～80 / 20 であるため、従来の八二カム構造体の電極部に比して電気抵抗率が低くなっている。

30

【0038】

電極部 21 の骨材に対する珪素の体積比率（珪素 / 骨材）が、60 / 40～80 / 20 であるため、電極部 21 の珪素の体積割合は、60～80体積%であるが、好ましくは 65～80体積%であり、更に好ましくは 65～75体積%である。また、電極部 21 の骨材の体積割合は、20～40体積%であるが、好ましくは 20～35体積%であり、更に好ましくは 25～35体積%である。このように構成することによって、電極部の電気抵抗率を低くしつつ、電極部の変形などを有効に防止することができる。

【0039】

図 1～図 3 に示されるように、本実施形態の八二カム構造体 100 は、八二カム構造部 4 の側面 5（外周壁 3 の表面）に一对の電極部 21, 21 が配設されている。本実施形態の八二カム構造体 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。印加する電圧については特に制限はないが、例えば、12～900 V が好ましく、64～600 V が更に好ましい。

40

【0040】

ここで、「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、八二カム構造部 4 の中心 O を挟んで反対側に配設される」の意味は、以下の通りである。まず、上記断面において、「一方の電極部 21 の中央点と八二カム構造部 4 の中心 O とを結ぶ線分 P」と、「他方の電極部 21 の中央点と八二カム構造部 4 の中心 O とを結ぶ線分 Q」と、により形成される角度を角度 とする。そのときに、上記意味は、角度 が、1

50

70°～190°の範囲となるような位置関係になるように、一对の電極部21, 21が八二カム構造部4に配設されていることである(図3を参照)。「一方の電極部21の中央点」は、「八二カム構造部4の周方向」における中央の点である。また、「他方の電極部21の中央点」は、「八二カム構造部4の周方向」における中央の点である。また、角度は、「中心O」を中心とする角度である。

【0041】

電極部における珪素の体積の割合が60体積%未満であると、電極部に含まれる珪素が、骨材に比して相対的に少なくなり、電極部の電気抵抗率が高くなってしまふ。珪素の電気抵抗率は、0.01～0.1 cm程度であり、珪素を多くすれば、その分、電極部の電気抵抗率は低くなるが、珪素の体積の割合が80体積%を超えると、骨材が少なすぎて、電極部の形状が安定せずに変形してしまふ。珪素の体積の割合が80体積%以下であれば、電極部の形状を維持することができる。本実施形態の八二カム構造体においては、電極部における珪素の体積の割合が、60～80体積%であることが好ましく、65～80体積%であることが更に好ましく、65～75体積%であることが特に好ましい。珪素の体積の割合を、上記数値範囲とすることにより、電極部の電気抵抗率を低くしつつ、電極部の形状も安定する。珪素の体積の割合が多くなると、電極部の中で、部分的に珪素が寄り集まり、電極部から珪素が噴出することがある。但し、珪素の体積の割合が80体積%以下であれば、電極部の中に骨材が点在し、上述したような、珪素の寄り集まりを抑制することができる。従って、電極部の形状を良好に維持することができる。尚、電極部からの珪素の噴出は少ないことが好ましい。

【0042】

本実施形態の八二カム構造体においては、電極部に含まれる骨材の平均粒子径が、0.1～50 μmであることが好ましく、0.1～5 μmであることが更に好ましく、0.5～5 μmであることが特に好ましい。電極部に含まれる骨材の平均粒子径が、0.1 μm未満であると、電極部の電気抵抗率が高くなる傾向にある。また、骨材が、炭化珪素などの非酸化物からなるものであると、骨材の平均粒子径が0.5 μm未満の場合に、八二カム構造体の使用環境下で、電極部が酸化され易くなる。このため、電極部の耐熱性が低下することがある。骨材が、アルミナなどの酸化物からなるものであると、骨材の平均粒子径が0.5 μm未満の場合においても、酸化され難いが、電極部の熱膨張が大きくなる。一方、電極部に含まれる骨材の平均粒子径が、50 μmを超えると、電極部に含まれる骨材の個数が相対的に減少し、電極部の中で珪素が寄り集まり易くなり、電極部から珪素が噴出し易くなる。従って、電極部からの珪素の噴出を抑制し、且つ、珪素の体積の割合を多くして電極部の電気抵抗率を低くする観点からは、骨材の平均粒子径は小さいことが好ましい。骨材の平均粒子径は、原料の段階において、レーザー回折法によっても測定できるが、焼成後の段階において、以下の方法でも測定できる。電極部の断面をSEM観察して、画像処理ソフトによって計測した値である。画像処理ソフトとしては、Image Pro(日本ビジュアルサイエンス社製)を用いることができる。具体的には、例えば、まず、電極部から、「断面」を観察するためのサンプルを切り出す。電極部の断面については、断面の凹凸を樹脂で埋め、更に研磨を行い、研磨面の観察を行う。そして、「断面」5視野の観察結果の相加平均を、電極部に含有される骨材の平均粒子径とする。上記断面のSEM観察は、倍率2000倍にて行い、当該断面画像中の骨材粒子の最大径を、無作為に20点測定することとする。尚、電極部、及び八二カム構造部に含まれる粒子の平均粒子径については、上述した電極部に含有される骨材の平均粒子径の測定方法と同様の方法で測定した値である。

【0043】

電極部に含まれる骨材は、炭化珪素、窒化珪素、ムライト、及びアルミナからなる群より選択される少なくとも一種を含む材料からなる粒子であることが好ましい。このような骨材は、熱膨張、及び耐熱性の観点から好適なものである。尚、骨材が、上述した材料のうち二種以上を含む材料からなる場合には、個々の骨材が、二種以上を含む材料からなるものであってもよいし、少なくとも一種を含む材料からなる複数種類の骨材が、電極部に

含まれていてもよい。

【0044】

電極部に含まれる骨材が、炭化珪素からなる粒子と、ムライトからなる粒子とを含み、ムライトからなる粒子の体積に対する、炭化珪素からなる粒子の体積の比率（炭化珪素/ムライト）が、20/80~80/20であることが好ましい。炭化珪素は、電極部に用いる材料として十分に低い電気抵抗率とは言い難く、特に、結合材としての珪素の電気抵抗率と比較した場合には、電気抵抗率が高いと言える。骨材が、炭化珪素からなる粒子と、ムライトからなる粒子とを、上記数値範囲の体積比率で含むものであると、電極部の気孔率が低下し、電気抵抗率が低くなる。炭化珪素からなる粒子の体積の比率を、80体積%以下とすることで、電極部の電気抵抗率をより低下させることができる。但し、ムライトからなる粒子の体積の比率を大きくし過ぎると、電極部から珪素が噴出し易くなることがある。ムライトからなる粒子の体積の比率を、80体積%以下とすることで、電極部の変形を良好に抑制することができる。尚、電極部の変形とは、電極部に含まれる珪素の流動性が大きくなり過ぎて、電極部の形状が変化してしまうことをいう。上述したムライトからなる粒子の体積に対する、炭化珪素からなる粒子の体積の比率は、XRD（X線回折法）により測定したXRDパターンをWPPD法によりフィッティングすることにより求めることができる。なお、X線回折は、骨材に対する珪素の体積比率におけるX線回折と同様の方法によって行うことができる。また、ムライトからなる粒子の体積に対する、炭化珪素からなる粒子の体積の比率を、電極部を作製するための原料（即ち、電極部形成原料）にて求めることができる場合には、この電極部形成原料の段階で測定してもよい。

10

20

【0045】

電極部が、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を更に含んでいてもよい。このように構成することによって、電極部の気孔率が低下し、電極部の電気抵抗率が更に低下する。電極部は、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を、これらの三成分を含む酸化物粒子として含むことがより好ましい。また、上述したアルカリ土類金属酸化物としては、 MgO 、 SrO などを挙げることができる。中でも、アルカリ土類金属酸化物が、 MgO であることが更に好ましい。

【0046】

電極部が、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を更に含む際には、珪素と骨材との合計体積を100体積部とした場合に、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を合計で2~10体積部含むことがより好ましい。上記三成分の酸化物を、上記範囲の体積部含むことにより、電極部の電気抵抗率がより良好に低下する。尚、三成分の酸化物の含有比率が、10体積部を超えると、電極部に反りなどが生じ易くなる。上記三成分の酸化物の含有比率は、電極部の断面をSEM観察して、画像処理ソフトによって画像解析して求めることができる。画像処理ソフトとしては、Image Pro（日本ビジュアルサイエンス社製）を用いることができる。具体的には、例えば、まず、電極部から、「断面」を観察するためのサンプルを切り出す。電極部の断面については、断面の凹凸を樹脂で埋め、更に研磨を行い、研磨面の観察を行う。そして、「断面」5視野（倍率1000倍）の観察結果から、珪素と骨材との合計面積に対するアルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 の合計面積を算出する。また、上記三成分の酸化物の含有比率を、電極部を作製するための原料（即ち、電極部形成原料）にて求めることができる場合には、この電極部形成原料の段階で測定してもよい。

30

40

【0047】

また、電極部が、電極部に含まれる珪素中に、 Ni 、 Co 、 Fe 、 Ca 、 Al 、 B 、及び P からなる群より選択される少なくとも一種の成分を含むことが好ましい。珪素中に含まれる Si 以外の他の成分は、主成分（即ち、 Si ）以外の不純物であってもよいし、珪素に特定の成分を添加してもよい。例えば、珪素中に、 Ni 、 Co 、 Fe のうちの少なくとも一種の成分を含むことにより、電極部の気孔率を低くすることができる。また、電極部が、珪素中に、上記の群より選択される少なくとも一種の成分を、珪素の原子数に対し、原子数の比率で0.1~10.0at%（原子百分率）含むことがより好ましい。原子

50

数の比率が10.0at%を超えると、電極部の耐熱性が低下したり、電極部の熱膨張が大きくなったりすることがある。原子数の比率が0.1at%以上であると、電極部の電気抵抗率が更に低下する。珪素の原子数に対する、上記成分の原子数の比率は、断面SEM像から、TOF-SIMSを用いて測定することにより求めることができる。

【0048】

また、電極部は、珪素に所定の添加物を添加したn型半導体又はp型半導体であってもよい。例えば、Ni、Co、Fe、Ca、Al、B、及びPからなる群より選択される少なくとも一種の成分を添加することにより、このような半導体の珪素が得られる。電極部は、珪素がn型半導体であることが好ましい。n型半導体の珪素を含む電極部は、製造が簡便であり、また、電極部の特性も良好である。勿論、電極部は、珪素がp型半導体であ

10

【0049】

電極部の気孔率が、5~40%であることが好ましく、5~30%であることが更に好ましく、5~20%であることが特に好ましい。電極部の気孔率は、電極部の断面をSEM観察して、画像処理ソフトによって計測した値である。画像処理ソフトとしては、ImagePro(日本ビジュアルサイエンス社製)を用いることができる。具体的には、例えば、まず、電極部から、「断面」を観察するためのサンプルを切り出す。電極部の断面については、断面の凹凸を樹脂で埋め、更に研磨を行い、研磨面の観察を行う。そして、「断面」2視野(倍率500倍)の観察結果から、全体に対する気孔部分の合計面積を算出する。電極部の気孔率がこのような範囲であることにより、耐熱衝撃性に優れると共に、電極部の電気抵抗率も低くなる。電極部の気孔率が、5%未満であると、電極部の熱容量が大きくなり、耐熱衝撃性が低下することがある。電極部の気孔率が、40%を超えると、電極部の電気抵抗率が低下し難くなる。

20

【0050】

電極部の厚さが、50~300 μm であることが好ましく、100~200 μm であることが更に好ましく、100~150 μm であることが特に好ましい。電極部の厚さが、50~300 μm であると、八二カム構造部を均一に発熱し易くなり、また、電極部の耐熱衝撃性も良好なものとなる。例えば、電極部の厚さが、50 μm 未満であると、電極部が薄すぎて、八二カム構造部を均一に発熱し難くなることがある。また、電極部の厚さが、300 μm を超えると、電極部の耐熱衝撃性が低下することがある。電極部の厚さは、八二カム構造体のセルの延びる方向に垂直な断面を、走査型電子顕微鏡(SEM)によって撮像して得られる画像から測定することができる。電極部の厚さは、「セルの延びる方向における八二カム構造体の中央部」における、電極部の周方向3点の平均厚みの値である。「電極部の周方向3点の平均厚みの値」とは、以下の方法によって求められた値である。まず、電極部を「八二カム構造体の周方向」に3等分して、3つの分割部分を形成する。即ち、セルの延びる方向に平行な直線で、電極部を3等分して、3つの分割部分を形成する。次に、3つの各分割部分において「八二カム構造体の周方向」における中央部の厚さを測定し、得られた3点の厚さの測定結果の平均値を求める。得られた平均値が、「電極部の周方向3点の平均厚みの値」である。

30

40

【0051】

電極部21の電気抵抗率は、0.05~0.4 cm であることが好ましく、0.05~0.3 cm であることが、更に好ましい。電極部21の電気抵抗率をこのような範囲にすることにより、一对の電極部21,21が、効果的に電極の役割を果たす。電極部21の電気抵抗率が0.4 cm より小さいと、電極部21全域に電流が流れ、八二カム構造部4を均一に発熱させ易くなる。電極部21の電気抵抗率が0.4 cm より大きいと、電極部21に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。電極部の電気抵抗率は、室温における値である。

【0052】

50

また、図4及び図5に示すように、電極部21の表面の少なくとも一部を覆うように配設された表面コート層23を、更に備えたものであってもよい。ここで、図4は、本発明の八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。図5は、本発明の八ニカム構造体の更の実施形態の、セルの延びる方向に直交する断面の一部を拡大して示す模式図である。このように、電極部21の表面に表面コート層23を配設することによって、電極部21の表面からの珪素の噴出を防止することができる。従って、電極部21における珪素の体積比率を高くすることができ、電極部21の電気抵抗率を良好に低減させることができる。

【0053】

表面コート層23については、電極部21の表面の少なくとも一部を覆い、表面コート層23が配設された箇所からの珪素の噴出を防止することができれば、その構成については、特に制限はない。例えば、表面コート層23は、電極部21の表面全域を覆うように配設されていてもよいし、電極部21の表面の一部を部分的に覆うように配設されていてもよい。電極部21の表面全域からの珪素の噴出を抑制することができるという観点から、電極部21の表面全域を覆うように表面コート層23が配設されていることが好ましい。また、表面コート層23を配設する際には、電極部21の表面の外周側端部を削り、電極部の表面から、八ニカム構造部と接触する面に向けて、電極部21の表面の外周に傾斜部21a、21aを設けてもよい。このように構成することによって、電極部21の外周側端部からの珪素の噴出を有効に防止することができる。図4及び図5に示す八ニカム構造体200は、これまでに説明したようにして、一對の電極部21、21のそれぞれの表面に、表面コート層23、23が配設されている以外は、図1に示す八ニカム構造体100と同様に構成されている。図1に示す八ニカム構造体100と同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0054】

表面コート層としては、炭化珪素、窒化珪素、ムライト、及びアルミナからなる群より選択される少なくとも一種を含む材料からなるものを挙げることができる。このように構成された表面コート層は、熱膨張、及び耐熱性の観点から好適である。また、表面コート層が、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を更に含んでいてもよい。このように構成することによって、表面コート層の気孔率が低下し、電極部からの珪素の噴出が起こり難くなる。表面コート層は、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 を、これらの三成分を含む酸化物として含むことがより好ましい。例えば、このような三成分を含む酸化物として、コーゼライトを挙げることができる。

【0055】

表面コート層の厚さが、 $0.5 \sim 50 \mu m$ であることが好ましく、 $1 \sim 20 \mu m$ であることが更に好ましく、 $1 \sim 10 \mu m$ であることが特に好ましい。表面コート層の厚さが、 $0.5 \mu m$ 未満であると、表面コート層が薄すぎて、珪素の噴出を十分に抑制できないことがある。また、表面コート層の厚さが、 $50 \mu m$ を超えると、耐熱衝撃性が悪化することがある。

【0056】

図1～図3に示されるように、本実施形態の八ニカム構造体100は、一對の電極部21、21のそれぞれが、八ニカム構造部4のセル2の延びる方向に延びる帯状に形成されている。セル2の延びる方向に直交する断面において、それぞれの電極部21、21の中心角 θ の0.5倍(中心角 θ の0.5倍の角度)が、 $15 \sim 65^\circ$ であることが好ましく、 $30 \sim 60^\circ$ であることが更に好ましい。このように構成することによって、一對の電極部21、21間に電圧を印加した時に、八ニカム構造部4内を流れる電流の偏りを、より効果的に抑制することができる。即ち、八ニカム構造部4内を流れる電流を、より均一に流すことができる。これにより八ニカム構造部4内の発熱の偏りを抑制することができる。「電極部21の中心角 θ 」は、図3に示されるように、セル2の延びる方向に直交する断面において、電極部21の両端と八ニカム構造部4の中心Oとを結ぶ2本の線分により形成される角度である。別言すれば、「電極部21の中心角 θ 」は、「電極部21」と

、「電極部 2 1 の一方の端部と中心 O とを結ぶ線分」と、「電極部 2 1 の他方の端部と中心 O とを結ぶ線分」とにより形成される形状（例えば、扇形）における、中心 O の部分の内角である。

【 0 0 5 7 】

また、一方の電極部 2 1 の「中心角 の 0 . 5 倍の角度 」は、他方の電極部 2 1 の「中心角 の 0 . 5 倍の角度 」に対して、0 . 8 ~ 1 . 2 倍の大きさであることが好ましく、1 . 0 倍の大きさ（同じ大きさ）であることが更に好ましい。これにより、一对の電極部 2 1 , 2 1 間に電圧を印加した時に、八ニカム構造部 4 内を流れる電流の偏りを、より効果的に抑制することができ、これにより八ニカム構造部 4 内の発熱の偏りを、より効果的に抑制することができる。

10

【 0 0 5 8 】

本実施形態の八ニカム構造体 1 0 0 は、一对の電極部 2 1 , 2 1 のそれぞれが、八ニカム構造部 4 のセルの延びる方向に延びると共に「両端部間に亘る」帯状に形成されている。このように、一对の電極部 2 1 , 2 1 が、八ニカム構造部 4 の両端部間に亘るように配設されていることにより、一对の電極部 2 1 , 2 1 間に電圧を印加した時に、八ニカム構造部 4 内を流れる電流の偏りをより効果的に抑制することができる。そして、これにより、八ニカム構造部 4 内の発熱の偏りをより効果的に抑制することができる。ここで、「電極部 2 1 が、八ニカム構造部 4 の両端部間に亘るように形成（配設）されている」というときは、以下の状態のことを意味する。即ち、電極部 2 1 の一方の端部が八ニカム構造部 4 の一方の端部（一方の端面）に接し、電極部 2 1 の他方の端部が八ニカム構造部 4 の他方の端部（他方の端面）に接していることを意味する。

20

【 0 0 5 9 】

本実施形態の八ニカム構造体 1 0 0 においては、電極部 2 1 の「八ニカム構造部 4 のセル 2 の延びる方向」における両端部が、八ニカム構造部 4 の第一の端面 1 1 及び第二の端面 1 2 に接していない（到達していない）状態も好ましい態様である。また、電極部 2 1 の一方の端部が、例えば、八ニカム構造部 4 の第一の端面 1 1 に接し（到達し）、電極部 2 1 の他方の端部が、八ニカム構造部 4 の第二の端面 1 2 に接していない（到達していない）状態も好ましい態様である。このように、電極部 2 1 の少なくとも片方の端部が、八ニカム構造部 4 の第一の端面 1 1 又は第二の端面 1 2 のどちらかに接して（到達して）いない構造であると、八ニカム構造体の耐熱衝撃性を向上させることができる。つまり、一对の電極部 2 1 , 2 1 のそれぞれは、「八ニカム構造体の耐熱衝撃性を向上させる」という観点からは、少なくとも片方の端部が、八ニカム構造部 4 の第一の端面 1 1 又は第二の端面 1 2 に接して（到達して）いない構造であることが好ましい。以上より、「八ニカム構造部 4 内の、電流の偏りをより効果的に抑制することにより、発熱の偏りをより効果的に抑制する」という観点を重視する場合には、一对の電極部 2 1 , 2 1 が八ニカム構造部 4 の両端部間に亘るように形成されていることが好ましい。一方、「八ニカム構造体の耐熱衝撃性を向上させる」という観点を重視する場合には、一对の電極部 2 1 , 2 1 のそれぞれにおける少なくとも片方の端部が、八ニカム構造部 4 の第一の端面 1 1 又は第二の端面 1 2 に接して（到達して）いないことが好ましい。

30

【 0 0 6 0 】

図 1 ~ 図 3 に示す八ニカム構造体 1 0 0 においては、電極部 2 1 は、平面状の長方形の部材を、円筒形状の外周に沿って湾曲させたような形状となっている。ここで、湾曲した電極部 2 1 を、湾曲していない平面状の部材になるように変形したときの形状を、電極部 2 1 の「平面形状」と称することにする。図 1 ~ 図 3 に示される電極部 2 1 の「平面形状」は、長方形になる。そして、「電極部の外周形状」というときは、「電極部の平面形状における外周形状」を意味する。

40

【 0 0 6 1 】

図 1 ~ 図 3 に示すように、帯状の電極部 2 1 の外周形状が長方形であってもよいが、帯状の電極部 2 1 の外周形状が、「長方形の角部が曲線状に形成された形状」であることも好ましい態様である。また、帯状の電極部 2 1 の外周形状が、「長方形の角部が直線状に

50

面取りされた形状」であることも好ましい態様である。「曲線状」と「直線状」の複合適用も好ましい。「曲線状」と「直線状」の複合適用とは、例えば、長方形において、角部の少なくとも一つが「曲線状に形成された形状」となっており、且つ、角部の少なくとも一つが「直線状に面取りされた形状」となっている形状のことを意味する。

【0062】

電極部21の外周形状が、「長方形の角部が曲線状に形成された形状」、又は「長方形の角部が直線状に面取りされた形状」であることにより、八ニカム構造体100の耐熱衝撃性を更に向上させることができる。電極部21の角部が直角であると、八ニカム構造部4における「当該電極部21の角部」付近の応力が、他の部分と比較して相対的に高くなる傾向にある。これに対し、電極部21の角部を曲線状にしたり直線状に面取りしたりすると、八ニカム構造部4における「当該電極部21の角部」付近の応力を低下させることが可能となる。

10

【0063】

本実施形態の八ニカム構造体100に用いられる八ニカム構造部4については、触媒担体であると共に電圧を印加することによりヒーターとしても機能する従来の八ニカム構造体に用いられる八ニカム構造部4を用いることができる。以下、八ニカム構造部4の構成について説明するが、本実施形態の八ニカム構造体100は、このような八ニカム構造部4に制限されることはない。

【0064】

本実施形態の八ニカム構造体100においては、隔壁1及び外周壁3の材質が、珪素-炭化珪素複合材又は炭化珪素を主成分とするものであることが好ましく、珪素-炭化珪素複合材又は炭化珪素であることが更に好ましい。「隔壁1及び外周壁3の材質が、炭化珪素粒子及び珪素を主成分とするものである」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(合計質量)を、全体の90質量%以上含有していることを意味する。このような材質を用いることにより、八ニカム構造部4の電気抵抗率を1~200 cmにすることができる。ここで、珪素-炭化珪素複合材は、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り、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ことが好ましい。また、炭化珪素は、炭化珪素が焼結したものである。八ニカム構造部4の電気抵抗率は、400における値である。

20

30

【0065】

八ニカム構造部4は、隔壁1の厚さが50~200 μmであることが好ましく、70~130 μmであることが更に好ましい。隔壁1の厚さをこのような範囲にすることにより、八ニカム構造体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1の厚さが50 μmより薄いと、八ニカム構造体100の強度が低下することがある。隔壁1の厚さが200 μmより厚いと、八ニカム構造体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ことがある。

【0066】

八ニカム構造部4は、セル密度が40~150セル/cm²であることが好ましく、70~100セル/cm²であることが更に好ましい。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40セル/cm²より低いと、触媒担持面積が少なくなることがある。セル密度が150セル/cm²より高いと、八ニカム構造体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ことがある。

40

【0067】

八ニカム構造部4を構成する炭化珪素粒子(骨材)の平均粒子径は、3~50 μmであることが好ましく、3~40 μmであることが更に好ましい。八ニカム構造部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、八ニカム構造部4の4

50

00における電気抵抗率を1~200 cmにすることができる。炭化珪素粒子の平均粒子径が3 μmより小さいと、八ニカム構造部4の電気抵抗率が大きくなることがある。炭化珪素粒子の平均粒子径が50 μmより大きいと、八ニカム構造部4の電気抵抗率が小さくなることがある。更に、炭化珪素粒子の平均粒子径が50 μmより大きいと、八ニカム成形体を押出成形するときに、押出成形用の口金に成形用原料が詰まることがある。

【0068】

八ニカム構造部4の電気抵抗率は、1~200 cmであり、10~100 cmであることが好ましい。電気抵抗率が1 cmより小さいと、例えば、200 V以上の高電圧の電源によって八ニカム構造体100に通電したときに（電圧は200 Vには限定されない）、電流が過剰に流れることがある。電気抵抗率が200 cmより大きいと、例えば、200 V以上の高電圧の電源によって八ニカム構造体100に通電したときに（電圧は200 V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。八ニカム構造部4の電気抵抗率は、四端子法により測定した値である。

10

【0069】

電極部21の電気抵抗率は、八ニカム構造部4の電気抵抗率より低いものであることが好ましく、更に、電極部21の電気抵抗率が、八ニカム構造部4の電気抵抗率の、20%以下であることが更に好ましく、0.1~10%であることが特に好ましい。電極部21の電気抵抗率を、八ニカム構造部4の電気抵抗率の、20%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。

【0070】

20

八ニカム構造部4の材質が、珪素-炭化珪素複合材である場合、八ニカム構造部4が以下のように構成されていることが好ましい。八ニカム構造部4に含有される「炭化珪素粒子の質量」と、八ニカム構造部4に含有される「珪素の質量」との合計に対する、八ニカム構造部4に含有される「珪素の質量」の比率が、10~40質量%であることが好ましい。この比率が、10質量%より低いと、八ニカム構造体の強度が低下することがある。40質量%より高いと、焼成時に形状を保持できないことがある。八ニカム構造部4に含有される「炭化珪素粒子の質量」と、八ニカム構造部4に含有される「珪素の質量」との合計に対する、八ニカム構造部4に含有される「珪素の質量」の比率は、15~35質量%であることが更に好ましい。

【0071】

30

八ニカム構造部4の隔壁1の気孔率は、35~60%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、35%未満であると、焼成時の変形が大きくなってしまふことがある。気孔率が60%を超えると八ニカム構造体の強度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。

【0072】

八ニカム構造部4の隔壁1の平均細孔径は、2~15 μmであることが好ましく、4~8 μmであることが更に好ましい。平均細孔径が2 μmより小さいと、電気抵抗率が大きくなり過ぎることがある。平均細孔径が15 μmより大きいと、電気抵抗率が小さくなり過ぎることがある。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。

【0073】

40

また、八ニカム構造部4の最外周を構成する外周壁3の厚さは、0.1~2 mmであることが好ましい。0.1 mmより薄いと、八ニカム構造体100の強度が低下することがある。2 mmより厚いと、触媒を担持する隔壁1の面積が小さくなる可能性がある。

【0074】

八ニカム構造部4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、六角形、八角形、又はこれらの組み合わせ、であることが好ましい。セル2の形状としては、正方形及び六角形が好ましい。セル形状をこのようにすることにより、八ニカム構造体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。

【0075】

50

八ニカム構造部 4 の全体形状については特に制限はない。八ニカム構造部 4 の形状としては、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）の筒状等の形状を挙げることができる。また、八ニカム構造部 4 の大きさは、底面の面積が $2000 \sim 20000 \text{ mm}^2$ であることが好ましく、 $4000 \sim 10000 \text{ mm}^2$ であることが更に好ましい。また、八ニカム構造部 4 の中心軸方向の長さは、 $50 \sim 200 \text{ mm}$ であることが好ましく、 $75 \sim 150 \text{ mm}$ であることが更に好ましい。

【0076】

八ニカム構造体 100 のアイソスタティック強度は、 1 MPa 以上であることが好ましく、 3 MPa 以上であることが更に好ましい。アイソスタティック強度は、値が大きいほど好ましいが、八ニカム構造体 100 の材質、構造等を考慮すると、 6 MPa 程度が上限となる。アイソスタティック強度が 1 MPa 未満であると、八ニカム構造体 100 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。

10

【0077】

本実施形態の八ニカム構造体 100 は、触媒が担持されて、触媒体として使用されることが好ましい。

【0078】

(2) 八ニカム構造体の製造方法：

次に、本発明の八ニカム構造体の製造方法の一の実施形態について説明する。本実施形態の八ニカム構造体の製造方法は、一对の電極部を形成する電極部形成工程を備えたものである。電極部形成工程においては、まず、筒状の八ニカム成形体、又はこの八ニカム成形体を焼成して得た八ニカム焼成体の側面の第一の領域及び第二の領域に、電極部形成原料をそれぞれ塗工する。次に、塗工した電極部形成原料を乾燥及び焼成して、一对の電極部を形成する。筒状の八ニカム成形体は、流体の流路となる一方の端面である第一端面から他方の端面である第二端面まで延びる複数のセルを区画形成する隔壁と、最外周に位置する外周壁とを有するものである。尚、筒状の八ニカム成形体の作製方法については、後述する。

20

【0079】

この電極部形成工程においては、電極部形成原料を、八ニカム成形体又は八ニカム焼成体のセルの延びる方向に直交する断面において、第一領域が、第二領域に対して、八ニカム成形体又は八ニカム焼成体の中心を挟んで反対側に位置するように、塗工する。そして、本実施形態の八ニカム構造体の製造方法においては、電極部形成原料として、以下のように調製された電極部形成原料を用いる。即ち、電極部形成原料は、珪素と骨材とを含み、電極部形成原料に含まれる骨材の体積に対する、電極部形成原料に含まれる珪素の体積の比率（珪素 / 骨材）が、 $60 / 40 \sim 80 / 20$ である。このような電極部形成原料を用いて、電極部形成工程を行うことにより、これまでに説明した、図 1 ~ 図 3 に示すような八ニカム構造体 100 を簡便に製造することができる。

30

【0080】

電極部形成原料に含まれる珪素の体積の比率（珪素 / 骨材）が、 $65 / 35 \sim 80 / 20$ であることが好ましく、 $65 / 35 \sim 75 / 25$ であることが更に好ましい。

40

【0081】

電極部形成工程においては、電極部形成原料に含まれる珪素として、平均粒子径が $5 \sim 15 \mu\text{m}$ の珪素粉末を用いることが好ましい。珪素粉末は、電極部形成原料を焼成する際に熔融し、骨材同士を結合する結合材になる。珪素粉末の平均粒子径が $5 \mu\text{m}$ 未満であると、得られる電極部から珪素が噴出し易くなることがある。また、珪素粉末の平均粒子径が $15 \mu\text{m}$ を超えると、電極部の気孔率が高くなり、電極部の電気抵抗率が十分に低くないことがある。珪素として、平均粒子径が $5 \sim 15 \mu\text{m}$ の珪素粉末を用いることにより、得られる電極部から珪素が噴出し難く、且つ、電極部が低気孔率（即ち、緻密）になり、電極部の電気抵抗率が低くなる。珪素粉末の平均粒子径は、 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ であること

50

が更に好ましい。珪素粉末の平均粒子径はレーザー回折法で測定した値である。

【0082】

珪素粉末は、金属珪素粉末であることが好ましい。この金属珪素粉末には、珪素(Si)以外の、以下のような所定の不純物が含まれていることが更に好ましい。不純物としては、Fe、Al、Ca、B、Pなどを挙げることができる。珪素粉末中の珪素含有量は90.0~99.9at%(原子百分率)であることが好ましい。珪素含有量が90.0at%未満であると、電極部の耐熱性が低下したり、電極部の熱膨張が大きくなったりすることがある。珪素含有量が99.9at%以下、別言すれば、上述した不純物が0.1at%よりも多く含まれることにより、電極部の電気抵抗率がより低下する。

【0083】

以下、本実施形態の八ニカム構造体の製造方法について、図1~図3に示す八ニカム構造体を製造する方法を例に、更に詳細に説明する。

【0084】

まず、以下の方法で、八ニカム成形体を作製する。炭化珪素粉末(炭化珪素)に、珪素粉末(珪素)、バインダ、界面活性剤、造孔材、水等を添加して八ニカム成形原料を作製する。炭化珪素粉末の質量と珪素の質量との合計に対して、珪素の質量が10~40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、3~50 μm が好ましく、3~40 μm が更に好ましい。珪素(珪素粉末)の平均粒子径は、2~35 μm であることが好ましい。炭化珪素粒子及び珪素(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、珪素粒子は、珪素粉末を構成する珪素の微粒子である。尚、これは、八ニカム構造部の材質を、珪素-炭化珪素系複合材とする場合の八ニカム成形原料の配合であり、八ニカム構造部の材質を炭化珪素とする場合には、珪素は添加しない。

【0085】

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、ヒドロキシプロピルキシルセルロース、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ピル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、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、2.0~10.0質量部であることが好ましい。

【0086】

水の含有量は、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、20~60質量部であることが好ましい。

【0087】

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、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、0.1~2.0質量部であることが好ましい。

【0088】

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、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、0.5~10.0質量部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法で測定した値である。造孔材が吸水性樹脂の場合には、造孔材の平均粒子径は吸水後の平均粒子径のことである。

【0089】

次に、八ニカム成形原料を混練して坯土を形成する。八ニカム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

10

20

30

40

50

を挙げることができる。

【0090】

次に、坯土を押出成形してハニカム成形体を作製する。押出成形に際しては、所望の全体形状、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。ハニカム成形体は、流体の流路となる複数のセルを区画形成する隔壁と最外周に位置する外周壁とを有する構造である。

【0091】

ハニカム成形体の隔壁厚さ、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。

10

【0092】

次に、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。乾燥後のハニカム成形体を「ハニカム乾燥体」と称することがある。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。

20

【0093】

ハニカム成形体（ハニカム乾燥体）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。

【0094】

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。電極部形成原料は、骨材及び珪素粉末に、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。骨材については、本実施形態のハニカム構造体にて、電極部の好ましい骨材として挙げた、各種成分からなる骨材を好適に用いることができる。例えば、骨材としては、炭化珪素粉末、ムライト粉末、アルミナ粉末、窒化珪素粉末などを用いることができる。以下、骨材として炭化珪素粉末を用いた場合の例について説明する。

30

【0095】

具体的には、炭化珪素粉末に、珪素粉末、バインダ、保湿剤、分散剤、水等を添加して、混練して電極部形成原料を作製する。骨材である炭化珪素粉末の体積に対する、珪素粉末の体積の比率は、60/40～80/20とする。

【0096】

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、及びヒドロキシプロポキシルセルロースが好ましい。バインダの含有量は、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、0.1～5.0質量部であることが好ましい。

40

【0097】

保湿剤としては、グリセリン等を挙げることができる。保湿剤の含有量は、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、1～10質量部であることが好ましい。

【0098】

分散剤としては、例えば、界面活性剤として、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

50

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、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、0.1~2.0質量部であることが好ましい。

【0099】

水の含有量は、炭化珪素粉末及び珪素粉末の合計質量を100質量部としたときに、15~60質量部であることが好ましい。

【0100】

また、電極部形成原料には、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 の3成分を含む酸化物粒子を更に添加してもよい。例えば、アルカリ土類金属酸化物としては、 MgO 、 SrO などを挙げることができる。このような酸化物粒子としては、例えば、
10 コージェライト粒子を挙げることができる。炭化珪素粉末（骨材）及び珪素粉末の合計体積を100体積部とした場合に、酸化物粒子を2~10体積部とすることがより好ましい。

【0101】

次に、炭化珪素粉末、珪素粉末、バインダ、保湿剤、分散剤、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。

【0102】

次に、得られた電極部形成原料を、乾燥させた八ニカム成形体（以下、乾燥させた八ニカム成形体を、「八ニカム乾燥体」ということがある）の側面に塗工することが好ましい
20 。電極部形成原料を八ニカム乾燥体の側面に塗工する方法は、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、これまでに説明した八ニカム構造体における電極部の形状になるように、八ニカム乾燥体の側面に塗工することが好ましい。即ち、電極部形成原料を塗工する領域を、第一領域及び第二領域とした場合に、八ニカム乾燥体のセルの延びる方向に直交する断面において、第一領域が、第二領域に対して、八ニカム乾燥体の中心を挟んで反対側に位置するものとする。電極部の厚さは、電極部形成原料を塗工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
30 できる。このように、電極部形成原料を八ニカム乾燥体の側面に塗工し、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。焼成の工程が1回で済むことから、乾燥させた八ニカム成形体（八ニカム乾燥体）の側面
30 に電極部形成原料を塗工することが好ましい。但し、乾燥させた八ニカム成形体を焼成して、八ニカム焼成体を先に作製し、この八ニカム焼成体の側面に電極部形成原料を塗工することもできる。

【0103】

次に、八ニカム乾燥体の側面に塗工した電極部形成原料を乾燥させて、「電極部形成原料付き八ニカム乾燥体」を作製することが好ましい。乾燥条件は、50~100 とすることが好ましい。

【0104】

次に、電極部形成原料付き八ニカム乾燥体を焼成して八ニカム構造体を作製することが好ましい。尚、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。
40 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。

【0105】

焼成条件としては、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。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。

【0106】

以上のようにして、図1~図3に示すような八ニカム構造体100を製造することができる。また、図4に示すように、電極部21の表面を覆うように表面コート層23を配設
50

する場合には、表面コート層形成原料を調製し、電極部の表面に、表面コート層形成原料を塗工して、表面コート層を作製することが好ましい。

【0107】

表面コート層形成原料は、表面コート層を形成するためのコート層粉末に、バインダ、保湿剤、分散剤、水等を添加して、混練して作製する。コート層粉末は、炭化珪素、窒化珪素、ムライト、及びアルミナからなる群より選択される少なくとも一種を含む材料からなる粉末を挙げることができる。また、表面コート層形成原料には、アルカリ土類金属酸化物、 Al_2O_3 、及び SiO_2 の三成分を含む酸化物粒子を更に添加してもよい。例えば、アルカリ土類金属酸化物としては、 MgO 、 SrO などを挙げることができる。このような酸化物粒子としては、例えば、コージェライト粒子を挙げることができる。表面コート層形成原料は、八ニカム乾燥体の側面に塗工した電極部形成原料を乾燥させた段階で、この「乾燥させた電極部形成原料」の表面に塗工することが好ましい。即ち、「電極部形成原料付き八ニカム乾燥体」を焼成する前に、表面コート層形成原料を塗工し、表面コート層形成原料を乾燥した後、焼成を行うことが好ましい。このように構成することによって、非常に容易に、電極部及び表面コート層を形成することができる。

10

【0108】

また、表面コート層は、カーボンスプレーを用いて形成してもよい。即ち、上述したような表面コート層形成原料を調製するのではなく、ナノカーボン粒子などが封入されたスプレー（カーボンスプレー）を、八ニカム乾燥体の側面に塗工した電極部形成原料の表面に塗布し、表面コート層を形成してもよい。

20

【実施例】

【0109】

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。

【0110】

(実施例1)

珪素粉末、炭化珪素粉末、酸化物粒子としてのコージェライト粉末、メチルセルロース、グリセリン、ポリアクリル酸系分散剤、及び水を、自転公転攪拌機で混合して、電極部形成原料を調製した。

【0111】

珪素粉末としては、平均粒子径が $5\mu m$ で、密度 $2.33g/cm^3$ の珪素粉末を $52g$ 用いた。炭化珪素粉末としては、平均粒子径が $3\mu m$ で、密度 $3.17g/cm^3$ の炭化珪素粉末を $48g$ 用いた。コージェライト粉末としては、平均粒子径が $2\mu m$ で、密度 $2.65g/cm^3$ のコージェライト粉末を $5.0g$ 用いた。また、メチルセルロースの使用量は $0.8g$ 、グリセリンの使用量は $9g$ 、ポリアクリル酸系分散剤の使用量は $0.1g$ とした。また、分散媒としての水の使用量は $40g$ とした。

30

【0112】

また、八ニカム構造部を作製するための八ニカム成形原料を調製した。八ニカム成形原料は、 $5\mu m$ の珪素粉末を $6kg$ 、 $30\mu m$ の炭化珪素粉末を $14kg$ 、コージェライト粉末を $1kg$ 、メチルセルロースを $1.6kg$ 、水を $8kg$ 、混合し、ニーダー混練して調製した。

40

【0113】

次に、得られた八ニカム成形原料を真空土練して坏土を得、得られた坏土を、八ニカム状に押出成形して、八ニカム成形体を得た。次に、得られた八ニカム成形体を 120° で乾燥させ、八ニカム乾燥体を得た。次に、得られた八ニカム乾燥体の側面に、予め調製した電極部形成原料を塗布し、 80° で乾燥して、電極形成原料付き八ニカム乾燥体を得た。電極形成原料付き八ニカム乾燥体を脱脂し、焼成し、酸素化处理して、八ニカム構造部を作製した。脱脂は、 450° の大気中で、5時間行った。焼成は、 1450° のアルゴン雰囲気中で、2時間行った。酸素化处理は、 1200° の大気中で、5時間行った。

【0114】

50

得られた八二カム構造体の八二カム構造部は、隔壁の厚さが $101.6\ \mu\text{m}$ で、セル密度が、 $93\ \text{個}/\text{cm}^2$ であった。また、八二カム構造部の端面の直径は、 $100\ \text{mm}$ で、セルの延びる方向の長さは、 $100\ \text{mm}$ であった。

【0115】

表1の珪素の「粒子径 (μm)」欄に、珪素粉末の平均粒子径を示す。表1の珪素の「体積%」欄に、珪素粉末と骨材の合計体積に占める、珪素粉末の体積の割合(体積%)を示す。また、表1の骨材の「種類」欄に、骨材の成分を示す。表1の骨材の「粒子径 (μm)」欄に、骨材の平均粒子径を示す。表1の骨材の「体積%」欄に、珪素粉末と骨材の合計体積に占める、骨材の体積の割合(体積%)を示す。表1の酸化物の「種類」欄に、電極部形成原料に含有させた酸化物粒子の種類を示す。尚、表1中の酸化物Aは、「 $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 」である。即ち、この酸化物Aは、 MgO 、 Al_2O_3 、及び SiO_2 の三成分を含むコーゼライトであることを示す。表1の酸化物の「体積部」欄に、珪素粉末と骨材との合計体積を100体積部とした場合の含有比率(体積部)を示す。

10

【0116】

【表 1】

	珪素		骨材		酸化物		その他		表面コート		
	粒子径 (μm)	体積%	種類	粒子径 (μm)	体積%	種類	体積部	種類	at%	種類	厚さ (μm)
実施例1	5	60	SiC	3	40	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例2	5	65	SiC	3	35	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例3	2	65	SiC	3	35	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例4	5	70	SiC	3	30	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例5	12	70	SiC	3	30	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例6	46	70	SiC	3	30	酸化物A	5	-	-	-	-

* 1: 酸化物Aは、 $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ である。

【 0 1 1 7 】

(実施例 2)

電極部形成原料として、 $5\ \mu\text{m}$ の珪素粉末を $5.8\ \text{g}$ 、 $3\ \mu\text{m}$ の炭化珪素粉末を $4.2\ \text{g}$ 、

10

20

30

40

50

2 μmのコーゼライト粉末を5.0 g用いたこと以外は、実施例1と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例1と同じ値である。

【0118】

(実施例3)

電極部形成原料として、2 μmの珪素粉末を58 g、3 μmの炭化珪素粉末を42 g、2 μmのコーゼライト粉末を5.0 g用いたこと以外は、実施例1と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例1と同じ値である。

【0119】

(実施例4)

電極部形成原料として、5 μmの珪素粉末を63 g、3 μmの炭化珪素粉末を37 g、2 μmのコーゼライト粉末を5.1 g用いたこと以外は、実施例1と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例1と同じ値である。

【0120】

(実施例5)

電極部形成原料として、12 μmの珪素粉末を63 g、3 μmの炭化珪素粉末を37 g、2 μmのコーゼライト粉末を5.1 g用いたこと以外は、実施例1と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、

【0121】

(実施例6)

電極部形成原料として、46 μmの珪素粉末を63 g、3 μmの炭化珪素粉末を37 g、2 μmのコーゼライト粉末を5.1 g用いたこと以外は、実施例1と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例1と同じ値である。表1に、実施例2～6にて使用した、珪素粉末、骨材(炭化珪素粉末)、酸化物の構成を示す。

【0122】

(実施例7)

5 μmの珪素粉末を64 g、2 μmのムライト粉末(密度 3.03 g/cm^3)を36 g、2 μmのコーゼライト粉末を5.2 g、使用したこと以外、実施例1と同様の方法で、電極部形成原料を調製した。珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例1と同じ値である。

【0123】

実施例7においては、電極部形成原料を八ニカム乾燥体に塗工し、電極部形成原料を乾燥させた後、電極部形成原料の端部を削り、傾斜をつけた。その後、電極部形成原料を覆うように、表面コート層形成原料を塗布した。表面コート層形成原料を塗布した八ニカム乾燥体を脱脂し、焼成し、酸素化処理して、八ニカム構造体を作製した。表面コート層形成原料は、脱脂、焼成及び酸素化処理を経て、表面コート層となった。表面コート層形成原料としては、2 μmのムライト粉末(密度 3.03 g/cm^3)を10 g、2 μmのコーゼライト粉末(密度 2.65 g/cm^3)を1 g、水を50 g、ポリアクリル酸系分散剤を0.1 g、を混合したスラリーを用いた。

【0124】

(実施例8)

電極部形成原料として、5 μmの珪素粉末を70 g、2 μmのムライト粉末(密度 3.03 g/cm^3)を30 g、2 μmのコーゼライト粉末を5.3 g用いたこと以外は、実施例7と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例1と同じ値である。

【0125】

10

20

30

40

50

(実施例 9)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 75 g、2 μm のムライト粉末 (密度 3.03 g/cm³) を 25 g、2 μm のコージェライト粉末を 5.4 g 用いたこと以外は、実施例 7 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【0126】

(実施例 10)

5 μm の珪素粉末を 69 g、3 μm の炭化珪素粉末を 31 g、2 μm のコージェライト粉末を 2.1 g、0.8 μm の Ni 粉末 (密度 8.91 g/cm³) を 7.3 g、使用したこと以外、実施例 1 と同様の方法で、電極部形成原料を調製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

10

【0127】

実施例 10 においては、電極部形成原料をハニカム乾燥体に塗工し、電極部形成原料を乾燥させた後、電極部形成原料の端部を削り、傾斜をつけた。その後、電極部形成原料を覆うように、表面コート層形成原料を塗布した。表面コート層形成原料としては、カーボンプレーを用いた。

【0128】

(実施例 11)

5 μm の珪素粉末を 70 g、2 μm のムライト粉末 (密度 3.03 g/cm³) を 30 g、2 μm のコージェライト粉末を 5.3 g、使用したこと以外、実施例 1 と同様の方法で、電極部形成原料を調製した。珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

20

【0129】

実施例 11 においては、電極部形成原料をハニカム乾燥体に塗工し、電極部形成原料を乾燥させた後、電極部形成原料の端部を削り、傾斜をつけた。その後、電極部形成原料を覆うように、表面コート層形成原料を塗布した。表面コート層形成原料としては、3 μm の炭化珪素粉末 (密度 3.17 g/cm³) を 10 g、2 μm のコージェライト粉末 (密度 2.65 g/cm³) を 1 g、水を 50 g、ポリアクリル酸系分散剤を 0.1 g、を混合したスラリーを用いた。

【0130】

30

(実施例 12)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、及び炭化珪素粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【0131】

(実施例 13)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコージェライト粉末を 2.0 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

40

【0132】

(実施例 14)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコージェライト粉末を 10 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【0133】

(実施例 15)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコージェライト粉末を 15 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカ

50

ム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【 0 1 3 4 】

(実施例 1 6)

電極部形成原料として、以下の原料を用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、1 μm の SrCO_3 粉末を 1.1 g、3 μm の $\text{Al}(\text{OH})_3$ 粉末を 0.5 g、固形分が 40% であるシリカゾルを 2.6 g 用いた。珪素粉末、及び炭化珪素粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。尚、焼成後の $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ の密度は 2.83 g/cm^3 である。

10

【 0 1 3 5 】

(実施例 1 7)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコーゼライト粉末を 5.0 g、0.8 μm の Ni 粉末を 6.1 g、用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。Ni 粉末の密度は、8.91 g/cm^3 である。

【 0 1 3 6 】

(実施例 1 8)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコーゼライト粉末を 5.0 g、0.8 μm の Ni 粉末を 12.3 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。Ni 粉末の密度は、実施例 17 と同じ値である。

20

【 0 1 3 7 】

(実施例 1 9)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコーゼライト粉末を 5.0 g、0.4 μm の $\text{Co}(\text{OH})_2$ 粉末を 9.5 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。Co(OH)₂ 粉末の密度は、3.6 g/cm^3 である。

30

【 0 1 3 8 】

(実施例 2 0)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコーゼライト粉末を 5.0 g、0.6 μm の Fe_2O_3 粉末を 8.2 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。Fe₂O₃ 粉末の密度は、5.24 g/cm^3 である。

【 0 1 3 9 】

(実施例 2 1)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、3 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコーゼライト粉末を 5.0 g、20 μm の金属ホウ素粉末を 0.1 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。金属ホウ素粉末の密度は、2.08 g/cm^3 である。ここで、表 2 に、実施例 7 ~ 21 にて使用した、珪素粉末、骨材、酸化物の構成を示す。尚、表 2 中の酸化物 B は、「 $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ 」である。また、実施例 10、17 ~ 21 については、表 2 のその他の「種類」欄に、電極部形成原料に含有させたその他の成分の種類を示す。また、実施例 10、17 ~ 21 については、表 2 のその他の「at%」欄に、珪素の原子数に対する、その他の成分の原子数の比率 (at%) を示す。また、実施例 7 ~ 11 については、表 2 の表面コート「

40

50

種類」欄に、表面コート層の種類を示す。実施例7～11については、表2の表面コートの「厚さ(μm)」欄に、表面コート層の厚さを示す。

【0140】

【表2】

	珪素		骨材			酸化物		その他		表面コート	
	粒子径(μm)	体積%	種類	粒子径(μm)	体積%	種類	体積部	種類	at%	種類	厚さ(μm)
実施例7	5	70	ムライト	2	30	酸化物A	5	-	-	ムライト/ コージエライト	5
実施例8	5	75	ムライト	2	25	酸化物A	5	-	-	ムライト/ コージエライト	5
実施例9	5	80	ムライト	2	20	酸化物A	5	-	-	ムライト/ コージエライト	5
実施例10	5	75	SiC	3	25	酸化物A	2	Ni	5	SiC	1
実施例11	5	75	ムライト	2	25	酸化物A	5	-	-	SiC/ コージエライト	10
実施例12	5	65	SiC	3	35	-	-	-	-	-	-
実施例13	5	65	SiC	3	35	酸化物A	2	-	-	-	-
実施例14	5	65	SiC	3	35	酸化物A	10	-	-	-	-
実施例15	5	65	SiC	3	35	酸化物A	15	-	-	-	-
実施例16	5	65	SiC	3	35	酸化物B	2	-	-	-	-
実施例17	5	65	SiC	3	35	酸化物A	5	Ni	5	-	-
実施例18	5	65	SiC	3	35	酸化物A	5	Ni	10	-	-
実施例19	5	65	SiC	3	35	酸化物A	5	Co	5	-	-
実施例20	5	65	SiC	3	35	酸化物A	5	Fe	5	-	-
実施例21	5	65	SiC	3	35	酸化物A	5	B	0.5	-	-

* 1: 酸化物Aは、MgO - Al₂O₃ - SiO₂ である。

* 2: 酸化物Bは、SrO - Al₂O₃ - SiO₂ である。

【0141】

10

20

30

40

50

(実施例 2 2)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を58 g、3 μm の炭化珪素粉末を34 g、2 μm のムライト粉末を8 g、2 μm のコーゼライト粉末を5.1 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1と同じ値である。ムライト粉末の密度は、3.03 g/cm^3 であった。

【0142】

(実施例 2 3)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を58 g、3 μm の炭化珪素粉末を21 g、2 μm のムライト粉末を20 g、2 μm のコーゼライト粉末を5.1 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1と同じ値である。ムライト粉末の密度は、実施例 2 2と同じ値である。

【0143】

(実施例 2 4)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を59 g、3 μm の炭化珪素粉末を9 g、2 μm のムライト粉末を33 g、2 μm のコーゼライト粉末を5.1 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1と同じ値である。ムライト粉末の密度は、実施例 2 2と同じ値である。

【0144】

(実施例 2 5)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を59 g、2 μm のムライト粉末を41 g、2 μm のコーゼライト粉末を5.1 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1と同じ値である。ムライト粉末の密度は、実施例 2 2と同じ値である。

【0145】

(実施例 2 6)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を62 g、3 μm の炭化珪素粉末を29 g、0.2 μm のアルミナ粉末を9 g、2 μm のコーゼライト粉末を5.0 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1と同じ値である。アルミナ粉末の密度は、3.97 g/cm^3 である。

【0146】

(実施例 2 7)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を64 g、0.6 μm の Si_3N_4 粉末を8 g、2 μm のムライト粉末を28 g、2 μm のコーゼライト粉末を5.2 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1と同じ値である。 Si_3N_4 粉末の密度は、3.44 g/cm^3 である。ムライト粉末の密度は、実施例 2 2と同じ値である。

【0147】

(実施例 2 8)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を58 g、0.5 μm の炭化珪素粉末を42 g、2 μm のコーゼライト粉末を8.1 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコーゼライト粉末の密度は、実施例 1と同じ値である。

【0148】

(実施例 2 9)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を63 g、0.5 μm の炭化珪素粉末を37 g、2 μm のコーゼライト粉末を8.2 g用いたこと以外は、実施例 1と同様として、

10

20

30

40

50

八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【 0 1 4 9 】

(実施例 3 0)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、0.2 μm のアルミナ粉末を 42 g、2 μm のコージェライト粉末を 7.5 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。アルミナ粉末の密度は、実施例 26 と同じ値である。

【 0 1 5 0 】

(実施例 3 1)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、12 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコージェライト粉末を 5.0 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【 0 1 5 1 】

(実施例 3 2)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 58 g、12 μm の炭化珪素粉末を 42 g、2 μm のコージェライト粉末を 5.0 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。実施例 32 においては、電極部形成原料を八ニカム乾燥体に塗工し、電極部形成原料を乾燥させた後、電極部形成原料の端部を削り、傾斜をつけた。その後、電極部形成原料を覆うように、表面コート層形成原料を塗布した。表面コート層形成原料としては、3 μm の炭化珪素粉末 (密度 3.17 g/cm^3) を 10 g、2 μm のコージェライト粉末 (密度 2.65 g/cm^3) を 1 g、水を 50 g、ポリアクリル酸系分散剤を 0.1 g、を混合したスラリーを用いた。

【 0 1 5 2 】

(実施例 3 3)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 52 g、43 μm の炭化珪素粉末を 48 g、コージェライト粉末を 5.0 g 用いたこと以外は、実施例 32 と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【 0 1 5 3 】

(比較例 1)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 42 g、43 μm の炭化珪素粉末を 58 g、コージェライト粉末を 4.8 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【 0 1 5 4 】

(比較例 2)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 47 g、43 μm の炭化珪素粉末を 53 g、コージェライト粉末を 4.9 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【 0 1 5 5 】

(比較例 3)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を 52 g、43 μm の炭化珪素粉末を 48 g、コージェライト粉末を 5.0 g 用いたこと以外は、実施例 1 と同様として、八ニカム構造体を作製した。珪素粉末、炭化珪素粉末、及びコージェライト粉末の密度は、実施例 1 と同じ値である。

【 0 1 5 6 】

10

20

30

40

50

(比較例4)

電極部形成原料として、5 μm の珪素粉末を100g用いたこと以外は、実施例1と同様として、ハニカム構造体を作製した。珪素粉末の密度は、実施例1と同じ値である。ここで、表3に、実施例22~33、及び比較例1~4にて使用した、珪素粉末、骨材、酸化物の構成を示す。また、実施例32及び33については、表3の表面コートの「種類」欄に、表面コート層の種類を示す。実施例32及び33については、表3の表面コートの「厚さ(μm)」欄に、表面コート層の厚さを示す。

【0157】

【 表 3 】

	珪素		骨材		酸化物		その他		表面コート		
	粒子径 (μm)	体積%	種類	粒子径 (μm)	体積%	種類	体積部	種類	at%	種類	厚さ (μm)
実施例22	5	65	SiC ムライト	3 2	28 7	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例23	5	65	SiC ムライト	3 2	17.5 17.5	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例24	5	65	SiC ムライト	3 2	7 28	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例25	5	65	ムライト	2	35	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例26	5	70	SiC アルミナ	3 0.2	24 6	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例27	5	70	Si ₃ N ₄ ムライト	0.6 2	6 24	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例28	5	65	SiC	0.5	35	酸化物A	8	-	-	-	-
実施例29	5	70	SiC	0.5	30	酸化物A	8	-	-	-	-
実施例30	5	70	アルミナ	0.2	30	酸化物A	8	-	-	-	-
実施例31	5	65	SiC	12	35	酸化物A	5	-	-	-	-
実施例32	5	65	SiC	12	35	酸化物A	5	-	-	SiC/ コージエライト	10
実施例33	5	60	SiC	43	40	酸化物A	5	-	-	SiC/ コージエライト	10
比較例1	5	50	SiC	43	50	酸化物A	5	-	-	-	-
比較例2	5	55	SiC	43	45	酸化物A	5	-	-	-	-
比較例3	5	60	SiC	43	40	酸化物A	5	-	-	-	-
比較例4	5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 1: 酸化物Aは、MgO - Al₂O₃ - SiO₂ である。

【 0 1 5 8 】

表 4 に、各実施例及び比較例にて使用した珪素（珪素粉末）中の不純物の量を示す。尚、表 4 においては、珪素の原子数に対する、不純物の原子数の比率（at%）を示す。

【 0 1 5 9 】

10

20

30

40

50

【表 4】

珪素中の不純物量	
Fe	0.22at%
Al	0.31at%
Ca	0.04at%
Ti	0.02at%
P	0.004at%
B	0.005at%

10

【0160】

また、実施例 1～33、及び比較例 1～4 ハニカム構造体について、以下の方法で、電極部の形状変化の評価を行った。結果を、表 5 に示す。また、得られたハニカム構造体について、以下の方法で、電極部の電気抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)、電極部中の珪素 (体積 %)、電極部の気孔率 (%)、電極部の厚さ (μm) を測定した。結果を、表 5 に示す。比較例 4 のハニカム構造体については、電極部の形状が変形していたため、電極部の形状変化の評価のみを行った。

【0161】

(電極部の形状変化)

製造したハニカム構造体の外観を見て、電極部からの珪素の噴出し、電極部の反り、及び電極部の変形を確認した。電極部からの珪素の噴出し、電極部の反り、及び電極部の変形の全てが確認されない場合、表 5 の「電極部の形状変化」の欄に、「なし」と記す。電極部からの珪素の噴出しが確認された場合、表 5 の「電極部の形状変化」の欄に、「噴出」と記す。電極部の反りが確認された場合、表 5 の「電極部の形状変化」の欄に、「反り」と記す。電極部の変形が確認された場合、表 5 の「電極部の形状変化」の欄に、「変形」と記す。

20

【0162】

(電極部の電気抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$))

得られたハニカム構造体の電極部を切り出して測定試料を作製し、室温において、4 端子法により、測定試料の電気抵抗率を測定した。

30

【0163】

(電極部中の珪素 (体積 %))

電極部の形状変化の評価において、電極部からの珪素の噴出しが確認されない場合には、電極部形成原料の配合比率から、電極部中の珪素 (体積 %) を求めた。また、電極部の形状変化の評価において、電極部からの珪素の噴出しが確認された場合には、噴出した珪素の量を測定し、電極部内に残った珪素の量を計算して求めた。珪素が噴出する前の珪素の量は、電極部形成原料の配合比率から求めた。

【0164】

(電極部の気孔率 (%))

電極部の気孔率は、走査型電子顕微鏡 (SEM) により得られる画像の画像解析により計算して求めた。

40

【0165】

(電極部の厚さ (μm))

電極部の厚みは、走査型電子顕微鏡 (SEM) により得られる画像の画像解析により測定した。

【0166】

【表 5】

	電極部の 電気抵抗率 (Ω cm)	電極部の 形状変化	電極部中の 珪素 (体積%)	電極部	
				気孔率 (%)	厚さ (μ m)
実施例1	0.32	なし	60	25	220
実施例2	0.25	なし	65	24	180
実施例3	0.39	噴出	61	30	180
実施例4	0.34	噴出	63	32	180
実施例5	0.25	噴出	68	23	180
実施例6	0.30	なし	70	26	180
実施例7	0.17	なし	70	8	120
実施例8	0.13	なし	75	6	120
実施例9	0.10	なし	80	6	120
実施例10	0.19	なし	75	15	80
実施例11	0.15	なし	75	10	100
実施例12	0.38	なし	65	38	270
実施例13	0.32	なし	65	32	200
実施例14	0.24	なし	65	11	150
実施例15	0.28	反り	65	15	120
実施例16	0.30	なし	65	28	180
実施例17	0.19	なし	65	6	150
実施例18	0.17	なし	65	5	150
実施例19	0.23	なし	65	12	170
実施例20	0.22	なし	65	11	160
実施例21	0.15	なし	65	24	180
実施例22	0.22	なし	65	8	160
実施例23	0.17	なし	65	6	150
実施例24	0.19	なし	65	11	150
実施例25	0.36	噴出	61	32	170
実施例26	0.17	なし	70	8	150
実施例27	0.22	なし	70	11	150
実施例28	0.29	なし	65	27	150
実施例29	0.21	なし	70	18	120
実施例30	0.28	なし	70	22	120
実施例31	0.40	噴出	60	36	180
実施例32	0.24	なし	65	18	150
実施例33	0.30	なし	60	21	150
比較例1	0.53	なし	50	44	180
比較例2	0.42	噴出	53	35	150
比較例3	0.54	噴出	51	45	150
比較例4	-	変形	-	-	-

【0167】

(結果)

表5に示すように、実施例1～33のハニカム構造体は、電極部の電気抵抗率が低いものであった。また、実施例3～5、25、及び31は、電極部から珪素の噴出が確認されたが、ハニカム構造体の使用に際し、問題の無いレベルであった。但し、電極部形成原料中の珪素の体積の割合(体積%)と比較して、電極部からの珪素の噴出分だけ、電極部中の珪素の量が減少しているため、その他の実施例と比較して、電気抵抗率が高くなってし

10

20

30

40

50

まった。実施例 15 は、電極部の反りが確認されたが、八二カム構造体の使用に際し、問題の無いレベルであった。なお、実施例 1 ~ 33 及び比較例 1 ~ 4 の八二カム構造体は、八二カム構造部の 400 における電気抵抗率が 40 cm であった。また、実施例 1 ~ 33 及び比較例 1 ~ 3 の八二カム構造体の電極部を、XRD (X線回折法) により定量分析した結果、表 1 ~ 表 3 に示される、珪素及び骨材の体積%、及び酸化物の体積部と同じ結果が得られた。電極部の XRD による定量分析は、XRD (X線回折法) により測定した XRD パターンを WPPD 法によりフィッティングすることにより求めた。

【0168】

以下、各実施例及び比較例ごとに、表 5 に示す結果について考察する。

(1) 実施例 1 は、比較例 1 ~ 3 よりも、電極部中の珪素の量が多いため、電気抵抗率が低くなった。 10

(2) 実施例 2 のように、実施例 1 に比して、電極部中の珪素の量を多くすると、実施例 1 よりも電気抵抗率が低くなった。

(3) 実施例 3 のように、電極部形成原料に使用した珪素粉末の平均粒子径を小さくすると、電極部からの珪素の噴出が確認された。その結果、実施例 2 よりも電気抵抗率が高くなった。

(4) 実施例 4 のように、電極部形成原料に使用した珪素粉末の量を多くすると、電極部からの珪素の噴出が確認された。その結果、実施例 2 よりも電気抵抗率が高くなった。

(5) 実施例 5 のように、電極部形成原料に使用した珪素粉末の平均粒子径を、実施例 4 よりも大きくすると、電極部からの珪素の噴出が実施例 4 と比較して少なくなり、実施例 4 よりも電気抵抗率が低くなった。 20

(6) 実施例 6 のように、珪素粉末の平均粒子径が大きいと、高気孔率となり、実施例 5 よりも電気抵抗率が高くなった。

(7) 実施例 7 のように、表面コートを行うと、珪素粉末の量を増やすことができ、実施例 1 ~ 6 よりも電気抵抗率が低くなった。

(8、9) 実施例 8 及び 9 のように、実施例 7 よりも更に珪素粉末の量を増やすと、更に電気抵抗率が低くなった。

【0169】

(10、11) 実施例 10 及び 11 のように、表面コート層の種類を変えても、珪素粉末の量を増やすことができ、実施例 1 ~ 6 よりも電気抵抗率が低くなった。 30

(12) 実施例 12 のように、電極部形成原料に酸化物を含有させないと、実施例 2 よりも高気孔率となり、実施例 2 よりも電気抵抗率が高くなった。

(13) 実施例 13 のように、電極部形成原料中の酸化物の量が少ないと、実施例 2 よりも高気孔率となり、実施例 2 よりも電気抵抗率が高くなった。

(14) 実施例 20 のように、電極部形成原料中の酸化物の量が多いと、実施例 2 と比較して気孔率が低くなるが、電気抵抗率の低下は少なかった。

(15) 実施例 15 のように、実施例 14 よりも電極部形成原料中の酸化物の量を更に多くすると、実施例 14 と比較して、高気孔率となり電気抵抗率も高くなった。また、電極部に反りが発生した。

(16) 実施例 16 のように、酸化物として SrO を含有させると、実施例 13 と比較して、低気孔率となり、電気抵抗率が低くなった。 40

(17) 実施例 17 のように、実施例 2 に対して、Ni を添加すると、低気孔率となり、電気抵抗率が低くなった。

(18) 実施例 18 のように、実施例 17 に対して Ni を増やしても、大きく特性は変化しないが、熱膨張が大きくなった。

【0170】

(19 ~ 21) 実施例 19 ~ 21 のように、実施例 17 に対して、その他の成分の種類や量を変えても、実施例 17 と同程度の電気抵抗率を実現することができた。

(22) 実施例 22 のように、実施例 2 に対して、骨材にムライトを混合すると、低気孔率となり、電気抵抗率が低くなった。 50

(23) 実施例23のように、実施例22に対して、ムライトの量を多くする(SiC/μ ライト = 50/50)と、低気孔率となり、電気抵抗率が低くなった。

(24) 実施例24のように、実施例23に対して、ムライトの量を更に多くする(SiC/μ ライト = 20/80)と、実施例23よりも電気抵抗率が高くなった。

(25) 実施例25のように、実施例24に対して、全てムライトとすると、電極部からの珪素の噴出が確認され、実施例24よりも電気抵抗率が高くなった。

(26) 実施例26のように、実施例4に対して、骨材にアルミナを混合すると、低気孔率となり、電気抵抗率が低くなった。

(27) 実施例27のように、骨材として窒化珪素(Si_3N_4)粉末、及びムライト粉末を用いても、電気抵抗率が低くなった。

(28) 実施例28のように、実施例2に対して、骨材(SiC)の平均粒子径を小さくすると、高気孔率となり、実施例2と比較して電気抵抗率が高くなった。

(29) 実施例29のように、実施例4に対して、骨材(SiC)の平均粒子径を小さくすると、珪素粉末の量を増やすことができ、実施例4と比較して電気抵抗率が低くなった。

(30) 実施例30のように、実施例29に対して、骨材を平均粒子径の小さいアルミナ粉末にすると、高気孔率となり、実施例29と比較して電気抵抗率が高くなった。また、熱膨張が大きくなった。

【0171】

(31) 実施例31のように、実施例2に対して、骨材(SiC)の平均粒子径を大きくすると、電極部から珪素の噴出が確認され、実施例2と比較して電気抵抗率が高くなった。

(32) 実施例32のように、実施例31に対して、表面コートすると、電極部から珪素が噴出せず、実施例31と比較して電気抵抗率が低くなった。

(33) 実施例33のように、比較例3に対して、表面コートすると、電極部から珪素が噴出せず、比較例3と比較して電気抵抗率が低くなった。

(34) 比較例1のように、電極部中の珪素の量が60体積%未満であると、電気抵抗率が非常に高くなった。

(35) 比較例2のように、比較例1に対して、珪素粉末の量を増やすと、電極部から珪素が多量に噴出し、その結果、電極部中の珪素の量が60体積%未満となり、電気抵抗率が非常に高くなった。

(36) 比較例3のように、比較例2に対して、更に珪素粉末の量を増やすと、電極部からの珪素の噴出量が更に多くなり、その結果、電極部中の珪素の量が60体積%未満となり、電気抵抗率が非常に高くなった。

(37) 比較例4のように、電極部中に骨材を含まないと、電極部が変形し、電極部の形状を維持することができなかった。

【産業上の利用可能性】

【0172】

本発明の八二カム構造体は、自動車の排ガスを浄化する排ガス浄化装置用の触媒担体として好適に利用することができる。

【符号の説明】

【0173】

1：隔壁、2：セル、3：外周壁、4：八二カム構造部、5：側面、11：第一の端面、12：第二の端面、21：電極部、21a：傾斜部、23：表面コート層、100, 200：八二カム構造体、O：中心、 θ ：中心角、 ϕ ：線分Pと線分Qとにより形成される角度を角度、P；一方の電極部の中央点と八二カム構造部の中心とを結ぶ線分、Q：他方の電極部の中央点と八二カム構造部の中心とを結ぶ線分、 θ_0 ：中心角の0.5倍の角度。

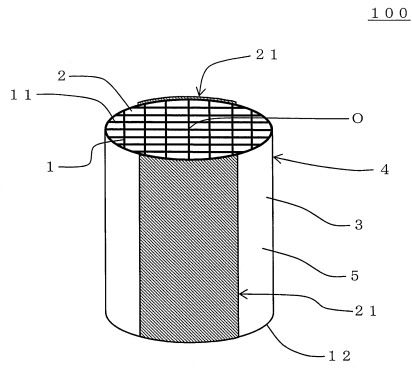
10

20

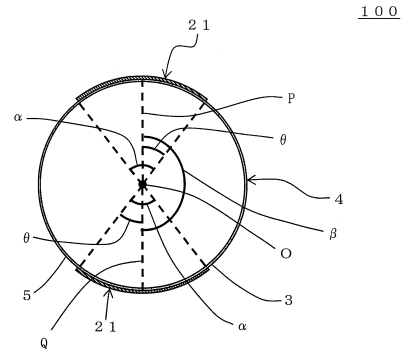
30

40

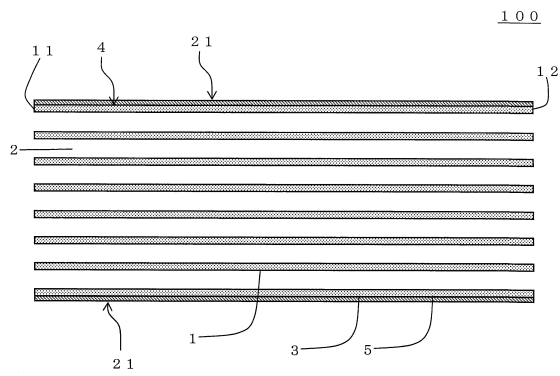
【図1】



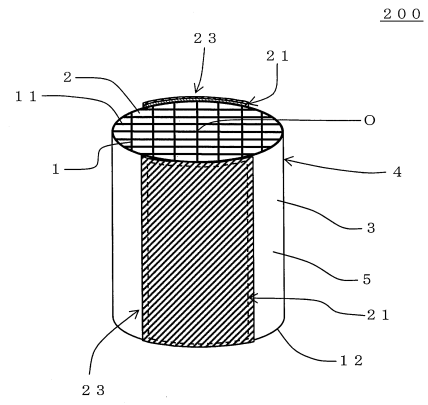
【図3】



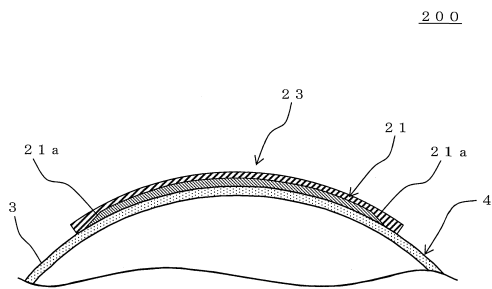
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>B 0 1 J</i>	<i>37/34</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 J</i>	<i>37/34</i>
<i>B 0 1 D</i>	<i>53/86</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i>	<i>53/86</i> <i>1 0 0</i>
<i>B 0 1 D</i>	<i>53/88</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i>	<i>53/88</i>
<i>B 0 1 D</i>	<i>53/94</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i>	<i>53/94</i> <i>1 0 0</i>
<i>F 0 1 N</i>	<i>3/20</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i>	<i>53/94</i> <i>3 0 0</i>
			<i>F 0 1 N</i>	<i>3/20</i> <i>K</i>

(72)発明者 鈴木 崇史
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

審査官 大城 公孝

(56)参考文献 特開2012-092820(JP,A)
国際公開第2012/132837(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 0 1 J 2 1 / 0 0 - 3 8 / 7 4
B 0 1 D 5 3 / 8 6 - 5 3 / 9 0
B 0 1 D 5 3 / 9 4 - 5 3 / 9 6
F 0 1 N 3 / 2 0