

(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
2015 年 10 月 22 日(22.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/159838 A1

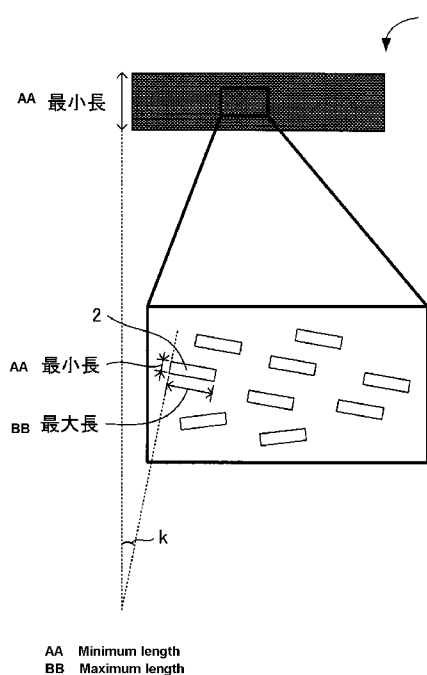
- (51) 国際特許分類:
C04B 38/00 (2006.01) C09D 201/00 (2006.01)
C04B 38/06 (2006.01) C04B 35/48 (2006.01)
C09D 7/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/061319
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 13 日(13.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-085911 2014 年 4 月 17 日(17.04.2014) JP
- (71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 小林 博治(KOBAYASHI, Hiroharu); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 富田 崇弘(TOMITA, Takahiro); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 織部 晃暢(ORIBE, Akinobu); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 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 2 0 番 1 8 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロパ (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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: POROUS PLATE-LIKE FILLER, HEAT INSULATION FILM AND METHOD FOR PRODUCING POROUS PLATE-LIKE FILLER

(54) 発明の名称: 多孔質板状フィラー、断熱膜、及び多孔質板状フィラーの製造方法



(57) Abstract: Provided are: a porous plate-like filler for forming a heat insulation film that has improved heat insulation effect; a heat insulation film which contains a porous plate-like filler; and a method for producing a porous plate-like filler. This porous plate-like filler (1) is in the form of a plate having an aspect ratio of 3 or more, and has a minimum length of 0.1-50 μm and a porosity of 20-90%. In addition, this porous plate-like filler (1) has a plate-like pore (2) that has an aspect ratio of 1.5 or more. Consequently, this porous plate-like filler (1) has a low thermal conductivity. The heat insulation effect of a heat insulation film can be improved by having the heat insulation film contain this porous plate-like filler (1).

(57) 要約: 断熱効果を向上させた断熱膜を形成するための多孔質板状フィラー、多孔質板状フィラーを含む断熱膜、及び多孔質板状フィラーの製造方法を提供する。多孔質板状フィラー 1 は、アスペクト比が 3 以上の板状で、その最小長が 0.1~50 μm 、気孔率が 20~90% である。また、多孔質板状フィラー 1 は、アスペクト比が 1.5 以上の板状の気孔 2 を有する。このため、多孔質板状フィラー 1 は、熱伝導率が低い。この多孔質板状フィラー 1 を含むことにより、断熱膜の断熱効果を向上させることができる。

WO 2015/159838 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

多孔質板状フィラー、断熱膜、及び多孔質板状フィラーの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、断熱効果を向上させた断熱膜を形成するための多孔質板状フィラー、多孔質板状フィラーを含む断熱膜、及び多孔質板状フィラーの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 物体の表面に形成することにより、その物体の断熱効果や難燃性を向上させるための断熱膜として、多孔質で低熱伝導率の板状フィラーを、樹脂等からなるマトリックス中に層状に配置させたものが知られている。特許文献1には、断熱膜に含ませるフィラーとして、アスペクト比が3以上の板状で、その最小長が0.1～50 μ mで、気孔率が20～99%である多孔質板状フィラーが開示されている。この多孔質板状フィラーを用いた断熱膜は、球状や立体形状のフィラーを用いる場合と比べて、断熱経路の長さが長くなり、熱伝導率を低くすることができる。そのため、薄い断熱膜であっても、従来よりも断熱効果が高い。また、マトリックスを介した多孔質板状フィラー同士の結合面積が、球状フィラーなどを用いる場合と比べて広くなるため、強度を高めることができる。

[0003] また、特許文献1には、このような多孔質板状フィラーの製造方法として、セラミックス粉末を含む材料から形成されたグリーンシートを焼成し、焼成後に適宜粉砕する方法が開示されている。また、他の製造方法として、焼成前のグリーンシートの状態で所定の面形状に切断や打ち抜きなどの加工をし、それを焼成し、焼成後に粉砕することなく、多孔質な薄板状フィラーを製造する方法も開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2013／191263号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、さらに低熱伝導率の断熱膜が望まれている。

[0006] 本発明の課題は、断熱効果を向上させた断熱膜を形成するための多孔質板状フィラー、多孔質板状フィラーを含む断熱膜、及び多孔質板状フィラーの製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、多孔質板状フィラーが、アスペクト比が3以上の板状で、その最小長が0.1～50 μ m、気孔率が20～90%であるとともに、アスペクト比が1.5以上の板状の気孔を有することにより、上記課題を解決しうることを見出した。すなわち、本発明によれば、以下の多孔質板状フィラー、多孔質板状フィラーを含む断熱膜、及び多孔質板状フィラーの製造方法が提供される。

[0008] [1] アスペクト比が3以上の板状で、その最小長が0.1～50 μ m、気孔率が20～90%であるとともに、アスペクト比が1.5以上の板状の気孔を有する多孔質板状フィラー。

[0009] [2] 前記多孔質板状フィラーの最小長の方角の断面における、前記気孔の最小長の方角と前記多孔質板状フィラーの最小長の方角との角度の平均が45°以下である前記[1]に記載の多孔質板状フィラー。

[0010] [3] 前記多孔質板状フィラーの最小長の方角の熱伝導率が1W/(m・K)以下である前記[1]または[2]に記載の多孔質板状フィラー。

[0011] [4] 前記[1]～[3]のいずれかに記載の多孔質板状フィラーを含む断熱膜。

[0012] [5] 厚さ方向における熱伝導率が1.5W/(m・K)以下である前記[4]に記載の断熱膜。

[0013] [6] 前記[1]～[3]のいずれかに記載の多孔質板状フィラーの製造方法であって、アスペクト比が1.5以上の板状の造孔材を含むスラリーを

調製し、前記造孔材を焼成することにより、アスペクト比が1.5以上の板状の前記気孔を有する多孔質板状フィラーを製造する多孔質板状フィラーの製造方法。

[0014] [7] 前記スラリーの粘度が、100～90000cpsである前記[6]に記載の多孔質板状フィラーの製造方法。

発明の効果

[0015] 多孔質板状フィラーは、アスペクト比が3以上の板状で、その最小長が0.1～50 μ m、気孔率が20～90%である。また、多孔質板状フィラーは、アスペクト比が1.5以上の板状の気孔を有する。このため、多孔質板状フィラーは、熱伝導率が低い。この多孔質板状フィラーを含む断熱膜の断熱効果を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]多孔質板状フィラーの一実施形態を示す模式図である。

[図2A]多孔質板状フィラーの断面と、その拡大を示す図である。

[図2B]被覆層を有する多孔質板状フィラーの断面を示す図である。

[図3]本発明の断熱膜の一実施形態を示す模式図である。

[図4A]実施例1の多孔質板状フィラーの最小長方向のFE-SEM写真である。

[図4B]比較例1の多孔質板状フィラーの最小長方向のFE-SEM写真である。

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. 多孔質板状フィラー

図1、及び図2Aに本発明の多孔質板状フィラー1の一実施形態を示す。

図1は、多孔質板状フィラー1の一実施形態を示す模式図である。また、図2Aは、多孔質板状フィラー1の断面と、その拡大を示す図である。多孔質

板状フィラー 1 は、アスペクト比が 3 以上の板状で、その最小長が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ 、気孔率が $20 \sim 90\%$ である。また、多孔質板状フィラー 1 は、アスペクト比が 1.5 以上の板状の気孔 2 を有する。

[0019] 多孔質板状フィラー 1 は、気孔径が $10 \sim 500 \text{ nm}$ の気孔 2 を有することが好ましい。多孔質板状フィラー 1 の気孔率は、 $20 \sim 90\%$ であることが好ましく、 $40 \sim 85\%$ であることがより好ましく、 $50 \sim 80\%$ であることがさらに好ましい。気孔率を 90% 以下とすることにより、強度を確保することができる。また、気孔率を 20% 以上とすることにより、熱伝導率を低下させることができる。本明細書において、気孔率は、次の式により求めたものである。

$$\text{気孔率}(\%) = (1 - (\text{見かけ粒子密度} / \text{真密度})) \times 100$$

上記の式において、見かけ粒子密度は、水銀を用いた液浸法により測定する。また、真密度は、多孔質板状フィラー 1 を十分に粉砕した後、ピクノメータ法で測定する。

[0020] 本明細書において、多孔質板状フィラー 1 のアスペクト比とは、多孔質板状フィラー 1 の最大長／最小長で定義される。ここで最大長とは、粒子（多孔質板状フィラー 1）を一組の平行な面ではさんだときに最大となる長さである。また、最小長とは同様に粒子を一組の平行な面ではさんだときに最小となる長さのことであり、平板状である場合はいわゆる厚さに相当する。多孔質板状フィラー 1 の板状とは、アスペクト比が 3 以上でその最小長が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ であるものであれば、平板状（平らで湾曲していない板）のみならず、湾曲した板状のものや、厚み（最小長）が一定ではない板状のものも含まれる。また、繊維状、針状、塊状等の形状でもよい。このうち、多孔質板状フィラー 1 は、平板状であることが好ましい。また、板の面形状は、正方形、四角形、三角形、六角形、円形等のいずれの形状であってもよい。つまり、多孔質板状フィラー 1 は、板状であれば、どのような形状であってもよい。

[0021] 多孔質板状フィラー 1 のアスペクト比は、3 以上であることが好ましい。

大きければ大きいほど断熱膜 3 を形成した際に、伝熱経路が屈折して長くなり断熱膜 3 の熱伝導率が低くなる。しかしながら、アスペクト比が大きすぎると、製造上の取扱いが困難となり、歩留まりが悪くなることがある。例えば、アスペクト比を大きくするために最小長を短くすると、強度を十分なものとすることができなくなることがある。一方、最大長を長くすると、多孔質板状フィラー 1 が大きくなり、破損することがある。このためアスペクト比は、より好ましくは 3 以上 50 以下、さらに好ましくは 3.5 以上 40 以下、最も好ましくは 4 以上 30 以下である。

[0022] 本明細書において、多孔質板状フィラー 1 の気孔 2 のアスペクト比とは、気孔 2 の最大長／最小長で定義される。気孔 2 の最大長は、多孔質板状フィラー 1 の最小長の方向の断面における最大長である。気孔 2 の最大長を決定した後、それと垂直な線を引き、垂直な線の長さを気孔 2 の最小長と定義する。多孔質板状フィラー 1 内にある気孔 2 の形状を 50 個程度観察し、それぞれ、最大長／最小長から気孔 2 のアスペクト比を求めたとき、その平均のアスペクト比が 1.5 以上、好ましくは 3 以上である。気孔 2 のアスペクト比を高くし、気孔 2 の方向を揃えると、その気孔 2 を横切る方向の多孔質板状フィラー 1 の熱伝導率が低くなる。多孔質板状フィラー 1 の熱伝導率が下がれば、これを含む断熱膜 3 の断熱効果を向上させることができ、断熱膜 3 を形成した場合に、断熱膜 3 の厚みを減らすことができる。これにより、スペースが広くなるという効果が期待でき、コストを下げることもできる。また、断熱膜 3 を異種材と接合する場合、熱応力を下げることができ、耐熱性を向上させることができる。

[0023] 気孔 2 の形状は、板状であれば、面形状は正方形、四角形、三角形、六角形、円形等、不定形のいずれの形状であってもよい。つまり、気孔 2 の形状はアスペクト比 1.5 以上の板状のような形であれば特に限定されない。また、気孔 2 のアスペクト比は造孔材のアスペクト比と同じ程度になる。つまり、気孔 2 の形状は、造孔材の形状によって決定されるため、造孔材は、アスペクト比 1.5 以上、好ましくは 3 以上の板状の形状のものをを用いること

が好ましい。

[0024] 造孔材の材料としては、上記の形であるならば、特に限定されないが、黒鉛、ラテックス、メラミン樹脂、PMMA、ポリエチレン、ポリスチレン、カーボンプラック、発泡樹脂、吸水性樹脂等を用いることができる。

[0025] 図2Aは、多孔質板状フィラー1を示し、その一部の拡大図も示している。拡大図には、多孔質板状フィラー1中の気孔2が描かれているが、気孔2の最小長の方向と多孔質板状フィラー1の最小長の方向を図に示している。多孔質板状フィラー1の最小長の方向の断面における、気孔2の最小長の方向と多孔質板状フィラー1の最小長の方向との角度 k の平均が 45° 以下であることが好ましく、 30° 以下であることがより好ましく、 10° 以下であることがさらに好ましい。気孔2の方向をこのようにすると、多孔質板状フィラー1の最小長の方向の熱伝導率を低下させることができる。

[0026] 多孔質板状フィラー1の材料としては、例えば、中空の板状ガラス、中空の板状セラミックスなどが挙げられる。また、メソポーラスシリカ、メソポーラスチタニア、メソポーラスジルコニア、シラスバルーンなどが挙げられる。あるいは、後述する製造方法で得られる多孔質板状フィラーも挙げられる。

[0027] 多孔質板状フィラー1は、金属酸化物を含むことが好ましく、金属酸化物のみからなることがさらに好ましい。金属酸化物を含むと、金属の非酸化物（例えば、炭化物や窒化物）に比べて金属と酸素の間のイオン結合性が強いために熱伝導率が低くなりやすいためである。

[0028] 多孔質板状フィラー1は、金属酸化物がZr、Y、Al、Si、Ti、Nb、Sr、La、Hf、Ce、Gd、Sm、Mn、Yb、Er、及びTaからなる群から選ばれる1の元素の酸化物あるいは2以上の元素の複合酸化物であることが好ましい。金属酸化物がこれらの元素の酸化物、複合酸化物であると、熱伝導の主因である格子振動（フォノン）による熱伝導が起こりにくくなるためである。多孔質板状フィラー1の具体的な材料としては、 ZrO_2 — Y_2O_3 に Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Er_2O_3 等を添加したものが挙げられ

る。さらに具体的には、 $ZrO_2-HfO_2-Y_2O_3$ 、 $ZrO_2-Y_2O_3-La_2O_3$ 、 $ZrO_2-HfO_2-Y_2O_3-La_2O_3$ 、 $HfO_2-Y_2O_3$ 、 $CeO_2-Y_2O_3$ 、 $Gd_2Zr_2O_7$ 、 $Sm_2Zr_2O_7$ 、 $LaMnAl_{11}O_{19}$ 、 YTa_3O_9 、 $Y_{0.7}La_{0.3}Ta_3O_9$ 、 $Y_{1.08}Ta_{2.76}Zr_{0.24}O_9$ 、 $Y_2Ti_2O_7$ 、 $LaTa_3O_9$ 、 $Yb_2Si_2O_7$ 、 $Y_2Si_2O_7$ 等が挙げられる。

[0029] 多孔質板状フィラー1は、無機材料、有機材料、あるいは無機材料と有機材料の複合材料であってもよい。中でも、ジルコニア、部分安定化ジルコニア（例えば、イットリア部分安定化ジルコニア）、完全安定化ジルコニア（例えば、イットリア完全安定化ジルコニア）、酸化イットリウム、アルミナ、シリカ、チタニア、酸化ニオブ、酸化ストロンチウム、酸化ランタン、ジルコニウム、イットリア、アルミニウム、ケイ素、チタン、ニオブ、ストロンチウム、ランタン、希土類ジルコン酸塩（例えば、ランタンジルコネート）、希土類ケイ酸塩（例えば、イットリウムシリケート）、ニオブ酸塩（例えば、ニオブ酸ストロンチウム）、ムライト、雲母、スピネル、ジルコン、マグネシア、セリア、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭酸ストロンチウム等の無機材料であることが好ましく、ジルコニア、部分安定化ジルコニア（例えば、イットリア部分安定化ジルコニア）、完全安定化ジルコニア（例えば、イットリア完全安定化ジルコニア）、酸化イットリウム、アルミナ、シリカ、チタニア、酸化ニオブ、酸化ストロンチウム、酸化ランタン等の金属酸化物であることがより好ましい。これらは1種類だけでなく2種類以上を組み合わせ用いても良い。

[0030] 多孔質板状フィラー1は、粒径が1nm～10μmである粒子を含んで構成されていることが好ましい。粒子とは、一つの結晶粒からなる粒子（単結晶粒子）であっても良いし、多数の結晶粒からなる粒子（多結晶粒子）であっても良い。つまり、多孔質板状フィラー1がこの範囲の粒径の粒子の集まりであることが好ましい。粒径は、多孔質板状フィラー1の骨格を構成する粒子群のうちの1つの粒子の大きさ（球状であれば直径、そうでなければ最大径）を、電子顕微鏡観察の画像から計測したものである。粒径は、より好

ましくは $1\text{ nm} \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $50\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ である。このような範囲の粒径の多孔質板状フィラー 1 が断熱膜 3 に含まれると、断熱効果を向上させることができる。

[0031] 多孔質板状フィラー 1 の最小長は、 $0.1 \sim 50\text{ }\mu\text{m}$ であり、より好ましくは $0.5 \sim 20\text{ }\mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $2 \sim 15\text{ }\mu\text{m}$ 、最も好ましくは $2 \sim 10\text{ }\mu\text{m}$ である。多孔質板状フィラー 1 の最小長が $0.1\text{ }\mu\text{m}$ より短いと、製造工程中に多孔質板状フィラー 1 の形状を保つことが困難となることがある。多孔質板状フィラー 1 の最小長が $50\text{ }\mu\text{m}$ より長いと、断熱膜 3 に含ませた際に多孔質板状フィラー 1 の積層数が減るため、伝熱経路が直線に近くなることで短くなり、断熱膜 3 の熱伝導率が高くなることがある。また、多孔質板状フィラー 1 の最小長が短いと、断熱膜 3 を薄くすることができる。すなわち、薄い断熱膜 3 であっても、断熱効果を向上させることができる。

[0032] 多孔質板状フィラー 1 は、熱伝導率が $1\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下であることが好ましい。熱伝導率は、より好ましくは $0.7\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下、さらに好ましくは $0.5\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下、最も好ましくは $0.3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以下である。このような熱伝導率の多孔質板状フィラー 1 が断熱膜 3 に含まれると、断熱効果を向上させることができる。

[0033] なお、本明細書において、「熱伝導率」は、下式により求めたものである。

$$\text{熱伝導率 (W}/(\text{m} \cdot \text{K})) = \text{熱拡散率} \times \text{比熱} \times \text{密度}$$

この式において、「熱拡散率」は、光交流法により測定する。また、「比熱」は、DSC法により測定する。「密度」は、水銀ポロシメーターで測定する。

[0034] 多孔質板状フィラー 1 は、熱容量が $10 \sim 3000\text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ であることが好ましい。熱容量は、より好ましくは $10 \sim 2500\text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ 、さらに好ましくは $300 \sim 2000\text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ 、最も好ましくは $400 \sim 1500\text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ である。このような範囲の熱容量の多

孔質板状フィラー 1 が断熱膜 3 に含まれると、断熱効果を向上させることができる。なお、本明細書において、熱容量は、一般的には容積比熱と呼ばれる単位体積当たりで議論することとするため、単位は $\text{kJ} / (\text{m}^3 \cdot \text{K})$ である。

[0035] なお、本明細書において、「熱容量」は、下式により求めたものである。

$$\text{熱容量} (\text{kJ} / (\text{m}^3 \cdot \text{K})) = \text{比熱} \times \text{密度} (\text{見かけ粒子密度})$$

この式において、「比熱」は、DSC法により測定する。また、「密度（見かけ粒子密度）」は、水銀を用いた液浸法により測定する。

[0036] 図 2 B に示すように、多孔質板状フィラー 1 は、表面の少なくとも一部に、厚さ $1 \text{ nm} \sim 1 \mu\text{m}$ の被覆層 7 を有することが好ましい。さらに被覆層 7 は、熱伝達を抑制するおよび／又は輻射熱を反射するおよび／又は格子振動（フォノン）を散乱する、熱抵抗膜であることが好ましい。多孔質板状フィラー 1 の表面に数十 nm の熱抵抗膜を形成させると、さらに断熱膜 3 の熱伝導率を下げるため好ましい。熱抵抗膜は、被覆される多孔質板状フィラーと同一の材料でなければよく、多孔質板状フィラー 1 を異種材料（例えば、アルミナ、酸化亜鉛）で被覆することが望ましい。熱抵抗膜は緻密であっても多孔質であっても問題ないが、緻密であることが好ましい。熱抵抗膜は、多孔質板状フィラー 1 の表面の一部に形成されていることで、熱伝導率を下げる効果が得られるが、多孔質板状フィラー 1 の表面の全てが熱抵抗膜に覆われているとさらに熱伝導率を下げる効果が得られる。

[0037] 2. 多孔質板状フィラーの製造方法

次に、多孔質板状フィラー 1 の製造方法について説明する。本発明の多孔質板状フィラー 1 の製造方法は、アスペクト比が 1.5 以上の板状の造孔材を含むスラリーを調製し、造孔材を焼成することにより、アスペクト比が 1.5 以上の板状の気孔 2 を有する多孔質板状フィラー 1 を製造する方法である。多孔質板状フィラー 1 の製造方法としては、プレス成形、鋳込み成形、押出成形、射出成形、テープ成形、ドクターブレード法等が挙げられ、いずれの方法であってもよいが、以下、ドクターブレード法を例として説明する。

。

[0038] まず、セラミックス粉末に、造孔材、バインダー、可塑剤、溶剤等を加えてボールミル等により混合することにより、グリーンシート成形用スラリーを調製する。

[0039] セラミックス粉末としては、ジルコニア粉末、部分安定化ジルコニア粉末（例えば、イットリア部分安定化ジルコニア粉末）、完全安定化ジルコニア粉末（例えば、イットリア完全安定化ジルコニア粉末）、アルミナ粉末、シリカ粉末、チタニア粉末、酸化ランタン粉末、イットリア粉末、希土類ジルコン酸塩粉末（例えば、ランタンジルコネート粉末）、希土類ケイ酸塩粉末（例えば、イットリウムシリケート粉末）、ニオブ酸塩粉末（例えば、ニオブ酸ストロンチウム粉末）、ムライト粉末、スピネル粉末、ジルコン粒子、マグネシア粉末、イットリア粉末、セリア粉末、炭化ケイ素粉末、窒化ケイ素粉末、窒化アルミニウム粉末等を用いることができる。これらは1種類だけでなく2種類以上を組み合わせる用いても良い。また、粉末は乾燥粉末に限らず、水や有機溶媒中に分散したコロイド状態（ゾル状態）のものを用いても良い。

[0040] 造孔材としては、黒鉛、ラテックス、メラミン樹脂、PMMA、ポリエチレン、ポリスチレン、カーボンブラック、発泡樹脂、吸水性樹脂等を用いることができる。バインダーとしては、ポリビニルブチラル樹脂（PVB）、ポリビニルアルコール樹脂・ポリ酢酸ビニル樹脂・ポリアクリル樹脂等を用いることができる。可塑剤としては、DBP（フタル酸ジブチル）、DOP（フタル酸ジオクチル）等を用いることができる。溶剤としては、キシレン、1-ブタノール等を用いることができる。

[0041] 上記グリーンシート成形用スラリーに真空脱泡処理を施すことにより、100～90000cps、さらに好ましくは700～50000cpsに調整する。気孔2の角度は成形体（グリーンシートから所定の形状に成形したもの）における造孔材の配置によって決定される。グリーンシート成形用スラリーの粘度を低くすればするほど、造孔材が成形時に動き易く、方向が揃

しやすい。100 c p s以上の粘度とすることにより、成形体として形を維持させることができる。90000 c p s以下の粘度とすることにより所望の形に成形することができる。したがって、気孔2の角度を所望のものとするためには、グリーンシート成形用スラリーの粘度を上記範囲内とすることが好ましい。

[0042] グリーンシート成形用スラリーの粘度を調整後、ドクターブレード装置によって、焼成後の厚さが0.1～100 μ mとなるようにグリーンシート成形用スラリーからグリーンシートを形成する。グリーンシートの厚みは70 μ m以下が好ましく、50 μ m以下がより好ましく、30 μ m以下がさらに好ましい。ドクターブレード装置を用いる場合は、グリーンシートの厚みを薄くしたり、グリーンシートの送り速度を遅くしたりすることも、気孔2の角度を所望のものとするために好ましい。その後、(0.5～200) mm × (0.5～200) mmの寸法に外形切断を行う。切断した成形体を800～2300℃、0.5～20時間にて焼成し、焼成後に適宜粉砕することにより、多孔質な薄板状フィラー（多孔質板状フィラー1）を得ることができる。なお、焼成前のグリーンシートの状態で所定の面形状（正方形、四角形、六角形、円形）などに切断や打ち抜きなどの加工をし、それを焼成し、焼成後に粉砕することなく、多孔質な薄板状フィラーを得ることもできる。

[0043] 3. 断熱膜

図3を用いて、断熱膜3を説明する。本発明の断熱膜3は、上述の多孔質板状フィラー1が、多孔質板状フィラー1を結合するためのマトリックス3mに分散して配置されている。マトリックス3mとは、多孔質板状フィラー1の周囲やこれらの粒子間に存在する成分であり、これらの粒子間を結合する成分である。

[0044] 本発明の断熱膜3は、多孔質板状フィラー1が層状に配置（積層）されていることが好ましい。ここで言う層状に配置とは、多孔質板状フィラー1の最小長の方向が、断熱膜3の厚さ方向と平行に近い方向に、多数の多孔質板状フィラー1が配向した状態でマトリックス3m中に存在することを言う。

なお、このとき、多孔質板状フィラー１の位置（重心の位置）は、断熱膜３のX、Y、Z方向（ただし、Z方向を厚さ（膜厚）方向とする）に整然と周期的に配置される必要はなく、ランダムに存在していても問題ない。積層数は１以上であれば問題ないが、積層数が多い方が好ましく、５以上であることが望ましい。多孔質板状フィラー１が断熱膜３の中で、層状に積層されていることにより、伝熱経路が屈折して長くなり、断熱効果を向上させることができる。特に、多孔質板状フィラー１の位置は、図３に示すように、Z方向に整然と並んでいない方が（互い違いにずれている方が）、伝熱経路がより屈折して長くなるため、好ましい。

[0045] 図３に示すように、熱伝導率が高いマトリックス３m部分が主な伝熱経路となるが、本発明の断熱膜３は、多孔質板状フィラー１を含み、伝熱経路は、熱を伝えたくない方向（膜厚方向）に対して迂回が多くなる。すなわち、伝熱経路の長さが長くなるため、熱伝導率を低くすることができる。また、マトリックス３mを介した多孔質板状フィラー１間の結合面積は、球状フィラーよりも広くなるため、断熱膜全体の強度が高められ、エロージョンや剥離などが起こりにくくなる。

[0046] 断熱膜３は、多孔質板状フィラー１が板状であるため、球状フィラーの場合と比較して、断熱膜３の最表面に凹凸が形成されにくい。そのため、断熱膜部分に衝撃が加わった場合であっても、多孔質板状フィラー１の脱粒、すなわち、断熱膜３の欠損を防止することができる。

[0047] 本発明の断熱膜３は、マトリックス３mとして、セラミックス、ガラス、および樹脂の少なくとも一種を含むことが好ましい。耐熱性の観点から、セラミックスまたはガラスがより好ましい。より具体的には、マトリックス３mとなる材料としては、例えば、シリカ、アルミナ、ムライト、ジルコニア、チタニア、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、炭化ケイ素、酸炭化ケイ素、カルシウムシリケート、カルシウムアルミネート、カルシウムアルミノシリケート、リン酸アルミニウム、アルミノシリケート、カリウムアルミノシリケート、ガラス等を挙げることができる。これらは熱伝導率の観点から非晶質で

あることが好ましい。あるいは、マトリックス 3 m の材料がセラミックスの場合は、粒径が 500 nm 以下の微粒子の集合体であることが望ましい。粒径が 500 nm 以下の微粒子の集合体をマトリックス 3 m とすることにより、熱伝導率をさらに低くすることができる。また、マトリックス 3 m となる材料が樹脂の場合は、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂等を挙げることができる。

[0048] 断熱膜 3 は、断熱膜 3 の全体の気孔率が 10～90%であるとともに、多孔質板状フィラー 1 の気孔率が 20～90%であり、マトリックス 3 m の気孔率が 0～70%であることが好ましい。

[0049] 本発明の断熱膜 3 は、厚さが 1 μ m～5 mm であることが好ましい。このような厚さとすることにより、断熱膜 3 によって被覆される基材 8 の特性に悪影響を与えることなく、断熱効果を得ることができる。なお、断熱膜 3 の用途に応じてその厚さは上記範囲内で適宜選択することができる。

[0050] 本発明の断熱膜 3 は、熱容量が 1500 kJ / (m³ · K) 以下であることが好ましく、1300 kJ / (m³ · K) 以下であることがより好ましく、1000 kJ / (m³ · K) 以下であることがさらに好ましく、500 kJ / (m³ · K) 以下であることが最も好ましい。低熱容量であると、例えば、エンジン燃焼室に断熱膜 3 を形成した場合、燃料の排気後、断熱膜 3 の温度が冷えやすい。これにより、エンジンの異常燃焼などの問題を抑制することができる。

[0051] 本発明の断熱膜 3 は、厚さ方向における熱伝導率が 1.5 W / (m · K) 以下であることが好ましい。断熱膜 3 は、1 W / (m · K) 以下がさらに好ましく、0.5 W / (m · K) 以下が最も好ましい。低熱伝導率であることにより、伝熱を抑制することができる。

[0052] 次に断熱膜 3 の製造方法について説明する。まず、上述の多孔質板状フィラー 1 と、無機バインダー、無機高分子、有機無機ハイブリッド材料、酸化物ゾル、及び水ガラスからなる群より選択される一種以上と、を含むコーティング組成物を調製する。コーティング組成物は、さらに、緻密質なフィラ

一、粘性調整剤、溶媒、分散剤等を含んでいてもよい。コーティング組成物を塗布、乾燥及び／又は熱処理することにより、断熱膜3を形成することができる。

[0053] コーティング組成物に含まれる具体的な物質は、セメント、ベントナイト、リン酸アルミニウム、シリカゾル、アルミナゾル、ベーマイトゾル、ジルコニアゾル、チタニアゾル、オルトケイ酸テトラメチル、オルトケイ酸テトラエチル、ポリシラザン、ポリカルボシラン、ポリビニルシラン、ポリメチルシラン、ポリシロキサン、ポリシルセスキオキサン、シリコーン、ジオポリマー、ケイ酸ナトリウム等である。また、有機無機ハイブリッド材料の場合、アクリルーシリカ系ハイブリッド材料、エポキシーシリカ系ハイブリッド材料、フェノールーシリカ系ハイブリッド材料、ポリカーボネートーシリカ系ハイブリッド材料、ナイロンーシリカ系ハイブリッド材料、ナイロンークレイ系ハイブリッド材料、アクリルーアルミナ系ハイブリッド材料、アクリルーケイ酸カルシウム水和物系ハイブリッド材料などが望ましい。

[0054] 溶媒としては、例えば、エタノール、2-プロパノールが挙げられるが特に限定されない。分散剤も特に限定されるものではないが、例えばアルキロールアンモニウム塩、石鹼（脂肪酸ナトリウム塩）、モノアルキル硫酸塩、アルキルポリオキシエチレン硫酸塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、モノアルキルリン酸塩などのアニオン性、アルキルトリメチルアンモニウム塩、ジアルキルジメチルアンモニウム塩、アルキルベンジルジメチルアンモニウム塩などのカチオン性、アルキルジメチルアミノオキシド、アルキルカルボキシベタインなどの双性、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、脂肪酸ソルビタンエステル、アルキルポリグルコシド、脂肪酸ジエタノールアミド、アルキルモノグリセリルエーテルなどの非イオン性のものが挙げられる。100質量部の多孔質板状フィラー1に対して0.04～3質量部となるように分散剤を添加することにより、多孔質板状フィラー1をコーティング組成物中に均一に分散させやすい。

[0055] コーティング組成物の粘度は0.1～5000cpsが好ましく、0.5

～1000 c p s がさらに好ましい。粘度が0.1 c p s より小さい場合は、塗布後に流動し塗膜の厚さが不均質になることがある。5000 c p s より大きい場合には流動性がなく均質に塗布しにくいことがある。

[0056] 粘度を調整することにより、マトリックス3 m中に多孔質板状フィラー1が均一に分散した断熱膜3とすることができる。例えば、粘度が高すぎると、多孔質板状フィラー1が均一に分散しにくく、断熱膜3の内部で多孔質板状フィラー1が少なくなっている部分が生じやすい。分散剤を添加することにより、コーティング組成物（スラリー）中の多孔質板状フィラー1の分散性を良くして、均質な断熱膜3を作ることができる。すなわち多孔質板状フィラー1の分散性を良くすることにより、均質な断熱膜3とすることができる、熱伝導率を低下させることができる。

[0057] 断熱膜3は、上述のコーティング組成物を基材8上に塗布し、乾燥して形成させることができる。また、乾燥後に熱処理して形成させることもできる。このとき、塗布と乾燥あるいは熱処理を繰り返し行うことで厚い断熱膜3を形成することができる。あるいは、断熱膜3を仮の基材上に形成させた後、仮の基材を除去することで、単独で薄板状に形成させた断熱膜3を別途作製し、この断熱膜3を、基材8に接着あるいは接合させてもよい。基材8としては、金属、セラミックス、ガラス、プラスチック、木材、布、紙等を用いることができる。特に、基材8が金属の場合の例として、鉄、鉄合金、ステンレス、アルミニウム、アルミニウム合金、ニッケル合金、コバルト合金、タングステン合金、銅合金などが挙げられる。

[0058] 本発明の断熱膜3は、エンジン燃焼室、配管、調理器具、建材等に利用することができる。

実施例

[0059] 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。

[0060] （多孔質板状フィラー作製方法）
（実施例1）

まず、イットリア部分安定化ジルコニア粉末に、造孔材（板状の黒鉛：S E Cカーボン S G P - 3）、バインダーとしてのポリビニルブチラル樹脂（P V B）、可塑剤としてのD O P、溶剤としてのキシレンおよび1 - ブタノールを加え、ボールミルにて30時間混合し、グリーンシート成形用スラリーを調製した。このスラリーに真空脱泡処理を施すことにより、粘度を20000 c p sに調整した後、ドクターブレード装置によって焼成後の厚さが10 μ mとなるようにグリーンシートを形成、粉碎して薄板の成形体を得た。この成形体を1100℃、1時間にて焼成して、多孔質な薄板状フィラー（多孔質板状フィラー1）を得た。

[0061]（実施例2～8）

実施例1と同様にして多孔質板状フィラー1を得た。使用した造孔材の種類、アスペクト比、グリーンシート成形用スラリーの粘度を表1に示す。なお、実施例8は、造孔材を添加する量の50 v o l %を黒鉛、50 v o l %をカーボンブラックとした。

[0062]（実施例9～16）

実施例1と同様にして多孔質板状フィラー1を得た。使用した造孔材の種類、アスペクト比、グリーンシート成形用スラリーの粘度を表1に示す。なお、焼成後の多孔質板状フィラー1の厚さとアスペクト比が表2に示す値になるようにグリーンシートを成形し、粉碎した。

[0063]（実施例17～25）

実施例1と材料が異なる多孔質板状フィラー1を作製した。多孔質板状フィラー1の材料については、表1に示す。

[0064]（比較例1）

実施例と同様にして多孔質板状フィラー1を得た。造孔材は、球状のカーボンブラックを用いた。

[0065]

[表1]

	造孔材の種類	造孔材の アスペクト比	フィラーの 材料種類	グリーンシート成形用 スラリー粘度 [cps]
比較例1	球状のカーボンブラック	1	イットリア部分安定化 ジルコニア	4000
実施例1	板状の黒鉛	1.5	イットリア部分安定化 ジルコニア	20000
実施例2	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	20000
実施例3	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	4000
実施例4	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例5	板状の黒鉛	5	イットリア部分安定化 ジルコニア	4000
実施例6	板状ラテックス	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	4000
実施例7	板状吸水性樹脂	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	4000
実施例8	板状の黒鉛50%	1	イットリア部分安定化 ジルコニア	4000
	球状のカーボンブラック50%	5	イットリア部分安定化 ジルコニア	
実施例9	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例10	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例11	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例12	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例13	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例14	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例15	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例16	板状の黒鉛	3	イットリア部分安定化 ジルコニア	1000
実施例17	板状の黒鉛	3	イットリア完全安定化 ジルコニア	1000
実施例18	板状の黒鉛	3	ジルコニア	1000
実施例19	板状の黒鉛	3	アルミナ	1000
実施例20	板状の黒鉛	3	シリカ	1000
実施例21	板状の黒鉛	3	チタニア	1000
実施例22	板状の黒鉛	3	酸化ランタン	1000
実施例23	板状の黒鉛	3	イットリア	1000
実施例24	板状の黒鉛	3	ランタンジルコネート	1000
実施例25	板状の黒鉛	3	イットリウムシリケート	1000

[0066] 実施例1～8、比較例1の多孔質板状フィラー1は、任意の20個についての平均のアスペクト比が4で、気孔径が150nmの気孔2を含み、厚さ

(最小長)が $10\mu\text{m}$ であった。また、気孔率は 60% であった。気孔率は、下記式で求めた。

$$\text{気孔率}(\%) = (1 - (\text{見かけ粒子密度} / \text{真密度})) \times 100$$

上記の式において、見かけ粒子密度は、水銀を用いた液浸法により測定した。また、真密度は、多孔質板状フィラー1を十分に粉砕した後、ピクノメータ法で測定した。実施例9～25の多孔質板状フィラー1は、表2に示すアスペクト比、気孔径、最小長、気孔率であった。

[0067] (多孔質板状フィラーの気孔形状)

フィラーを無作為に1個選び、FE-SEMにて微構造観察を行った。図4Aに実施例1、図4Bに比較例1の多孔質板状フィラー1の最小長方向のFE-SEM写真を示す。丸が造孔材によって形成された気孔2である。フィラー内にある気孔2の形状を50個観察し、最小長、最大長を測定した。最大長／最小長をアスペクト比と定義し、その平均を求めた。気孔2の平均のアスペクト比が1.5以上の場合をA、そうでない場合をBとして、表2に示す。また、気孔2の平均のアスペクト比が3以上の場合をA、そうでない場合をBとして、表2に示す。また気孔2の最小長が多孔質板状フィラー1の最小長と同じ方向であるか確認した。気孔2を無作為に50個選び、気孔2の最小長の方向と多孔質板状フィラー1の最小長の方向との角度 k (図2A参照)を測定し、その平均を求めた。

[0068] (多孔質板状フィラーの熱伝導率測定方法)

最小長方向が 0.5mm 、直径 10mm の多孔質板状フィラー1を別途作製し、レーザーフラッシュにて多孔質板状フィラー1の最小長方向の熱伝導率を測定した。

[0069] (多孔質板状フィラーの熱容量測定方法)

多孔質板状フィラー1の熱容量は、以下のようにして算出した。DSC法により比熱を測定し、比熱、密度(見かけ粒子密度)の積を多孔質板状フィラー1の熱容量とした。見かけ粒子密度は、水銀を用いた液浸法により測定した。

[0070] (断熱膜の作製方法)

(実施例 1 ～ 25、比較例 1)

次に、マトリックス 3 m となるポリシロキサン、多孔質板状フィラー 1、水を含むコーティング組成物を調製した。なお、コーティング組成物には、分散剤を添加した。基材である SUS 基板（直径 10 mm、厚さ 1 mm）上に塗布し、乾燥後、200℃の熱処理により、断熱膜 3 とした。断熱膜 3 は多孔質板状フィラー 1 が厚さ方向に 5 枚以上積層されており、その厚さはおよそ 100 μ m であった。

[0071] (断熱膜の熱伝導率測定方法)

レーザーフラッシュ 2 層モデルにて断熱膜 3 の厚さ方向に平行な断面における熱伝導率を測定した。

[0072]

[表2]

	フィラー								断熱膜		
	最小長 [μm]	アスペクト比	フィラーの気孔					熱伝導率 [W/(m・K)]		熱容量 [kJ/(m ³ ・K)]	熱伝導率 [W/(m・K)]
			板状気孔 の 気孔径 [nm]	気孔率 [%]	アスペクト比		角度 [°]				
					1.5以上	3以上					
比較例1	10	4	150	60	B	B	-	1000	2.00		
実施例1	10	4	150	60	A	B	40	1000	1.40		
実施例2	10	4	150	60	A	A	40	1000	1.30		
実施例3	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.60		
実施例4	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例5	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.45		
実施例6	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例7	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例8	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.60		
実施例9	10	8	150	60	A	A	10	1000	0.45		
実施例10	2	20	150	60	A	A	10	1000	0.38		
実施例11	3	4	150	60	A	A	10	1000	0.45		
実施例12	7	4	150	60	A	A	10	1000	0.47		
実施例13	15	4	150	60	A	A	10	1000	0.60		
実施例14	10	4	150	52	A	A	10	1250	0.68		
実施例15	10	4	150	70	A	A	10	750	0.27		
実施例16	10	4	150	78	A	A	10	560	0.24		
実施例17	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例18	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例19	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.68		
実施例20	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例21	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例22	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.68		
実施例23	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.68		
実施例24	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		
実施例25	10	4	150	60	A	A	10	1000	0.50		

[0073] アスペクト比が1.5以上の板状の気孔2を有する多孔質板状フィラー1は、熱伝導率が低く、それを含む断熱膜3は、熱伝導率が低くなった。また、実施例9～16と実施例4を比較すると、多孔質板状フィラー1の最小長が短く、アスペクト比が大きく、気孔率が高いほど、それを含む断熱膜3の熱伝導率が低くなった。さらに、材料を変えた多孔質板状フィラー1の実施

例 17～25 についても、熱伝導率が低い断熱膜 3 を得ることができた。ジルコニア系である、イットリア部分安定化ジルコニア（実施例 1～16）、イットリア完全安定化ジルコニア（実施例 17）、ジルコニア（実施例 18）については、特に熱伝導率を低くすることができた。また、金属酸化物は、金属と酸素と間のイオン結合性が強いため、金属酸化物の、アルミナ（実施例 19）、シリカ（実施例 20）、チタニア（実施例 21）、酸化ランタン（実施例 22）、イットリア（実施例 23）も、熱伝導率を低くすることができた。ランタンジルコネート（実施例 24）、イットリウムシリケート（実施例 25）も良好な結果が得られた。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明の多孔質板状フィラー、断熱膜、及び多孔質板状フィラーの製造方法は、自動車等のエンジン、配管、建材、調理器具等に適用することができる。

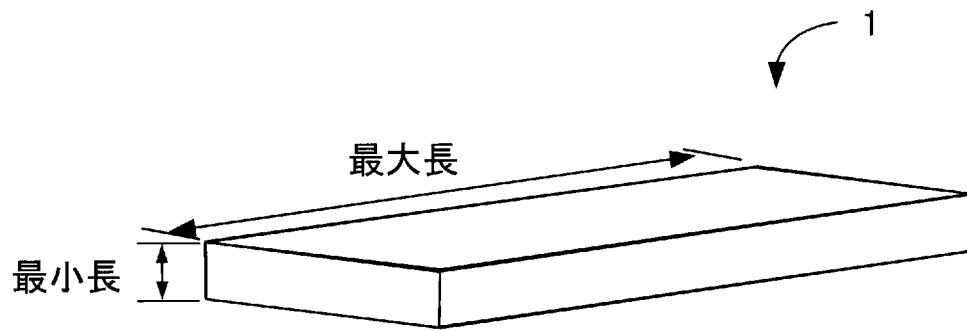
符号の説明

[0075] 1：多孔質板状フィラー、2：気孔、3：断熱膜、3m：マトリックス、7：被覆層、8：基材。

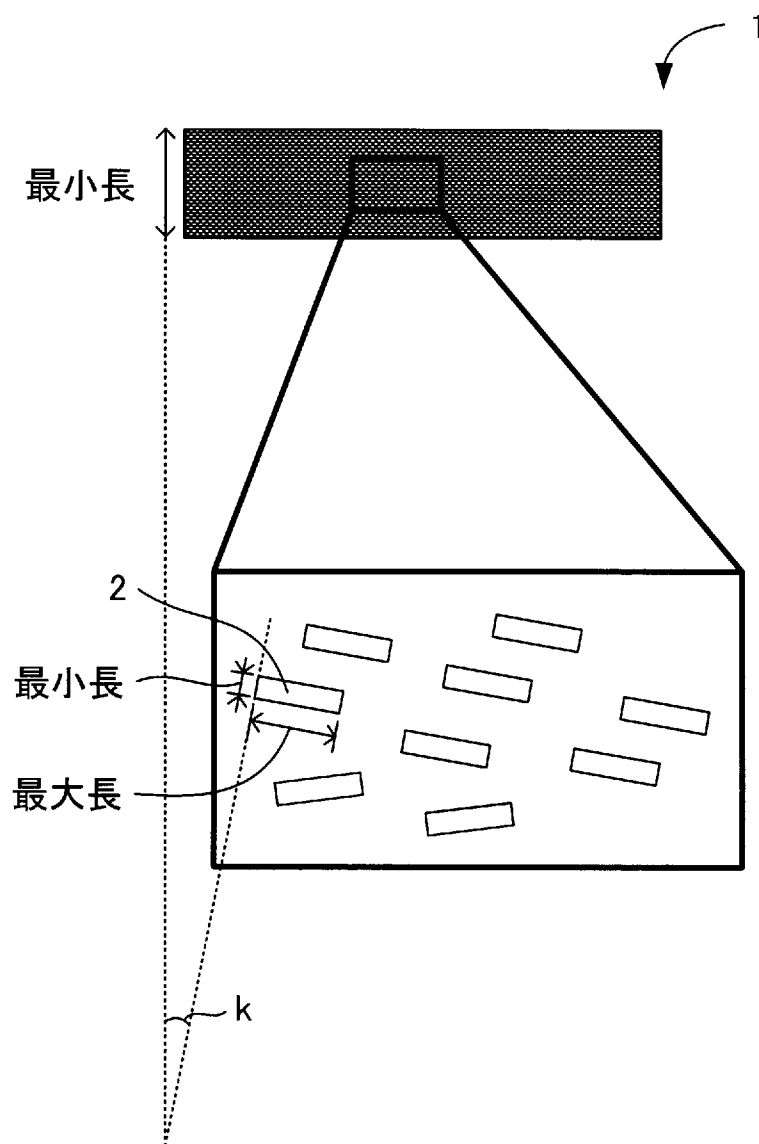
請求の範囲

- [請求項1] アスペクト比が3以上の板状で、その最小長が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ 、
気孔率が $20 \sim 90\%$ であるとともに、
アスペクト比が 1.5 以上の板状の気孔を有する多孔質板状フィラ
ー。
- [請求項2] 前記多孔質板状フィラーの最小長の方向の断面における、前記気孔
の最小長の方向と前記多孔質板状フィラーの最小長の方向との角度の
平均が 45° 以下である請求項1に記載の多孔質板状フィラー。
- [請求項3] 前記多孔質板状フィラーの最小長の方向の熱伝導率が $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$
以下である請求項1または2に記載の多孔質板状フィラー。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の多孔質板状フィラーを含む断
熱膜。
- [請求項5] 厚さ方向における熱伝導率が $1.5 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 以下である請求
項4に記載の断熱膜。
- [請求項6] 請求項1～3のいずれか1項に記載の多孔質板状フィラーの製造方
法であって、アスペクト比が 1.5 以上の板状の造孔材を含むスラリ
ーを調製し、前記造孔材を焼成することにより、アスペクト比が 1.5
以上の板状の前記気孔を有する多孔質板状フィラーを製造する多孔
質板状フィラーの製造方法。
- [請求項7] 前記スラリーの粘度が、 $100 \sim 90000 \text{ cps}$ である請求項6
に記載の多孔質板状フィラーの製造方法。

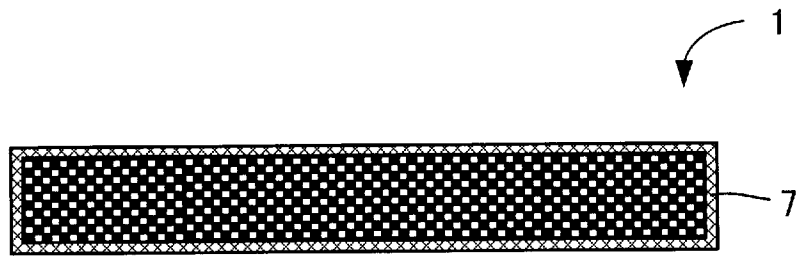
[図1]



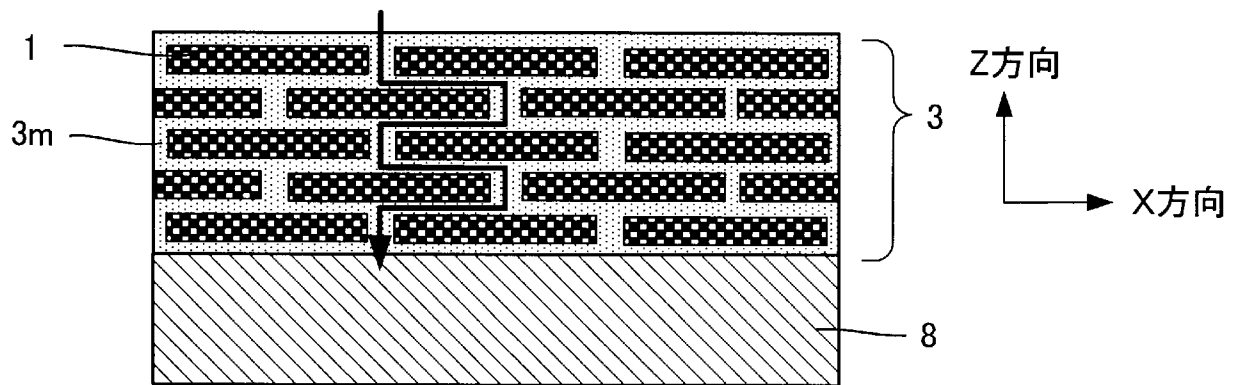
[図2A]



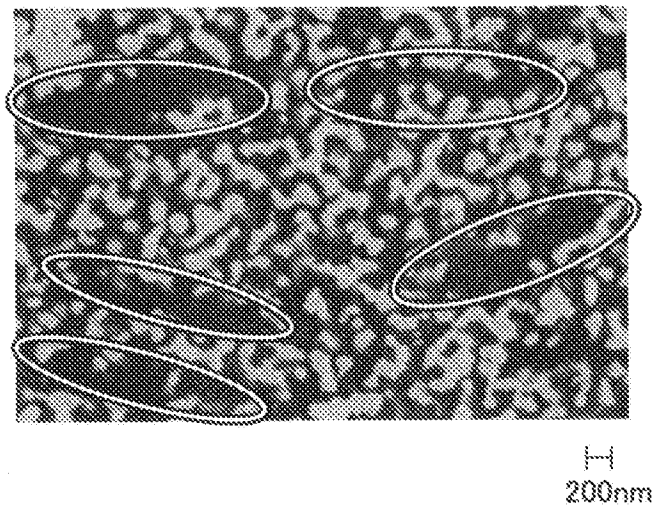
[図2B]



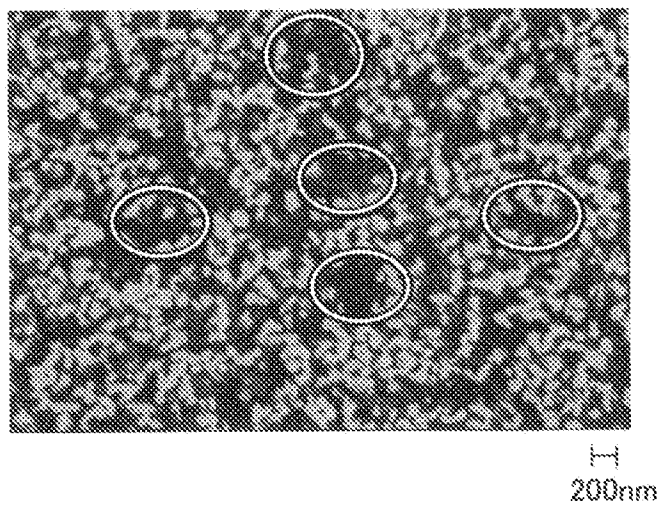
[図3]



[図4A]



[図4B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B38/00(2006.01)i, C04B38/06(2006.01)i, C09D7/12(2006.01)i, C09D201/00(2006.01)i, C04B35/48(2006.01)n

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)

C04B38/00, C04B38/06, C09D7/12, C09D201/00, C04B35/48, C08K7/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/191263 A1 (NGK Insulators, Ltd.), 27 December 2013 (27.12.2013), claims (Family: none)	1-7
A	JP 2009-274895 A (Kabushiki Kaisha Daimu), 26 November 2009 (26.11.2009), claims; paragraphs [0010], [0012] (Family: none)	1-7
A	JP 2005-263537 A (The Circle for the Promotion of Science and Engineering), 29 September 2005 (29.09.2005), claims (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

"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
02 June 2015 (02.06.15)

Date of mailing of the international search report
16 June 2015 (16.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061319

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	S.GAYDARDZHIEV et al., Gel-casted porous Al ₂ O ₃ ceramics by use of natural fibres as pore developers, Journal of Porous Materials, Volume 15, Issue 4, 2008, PP.475-480	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C04B38/00(2006.01)i, C04B38/06(2006.01)i, C09D7/12(2006.01)i, C09D201/00(2006.01)i,
C04B35/48(2006.01)n

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. C04B38/00, C04B38/06, C09D7/12, C09D201/00, C04B35/48, C08K7/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI, JSTPlus (JDreamIII)

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	WO 2013/191263 A1（日本碍子株式会社）2013. 12. 27, 請求の範囲 （ファミリーなし）	1-7
A	JP 2009-274895 A（株式会社ダイム）2009. 11. 26, 特許請求の範 囲, [0010], [0012]（ファミリーなし）	1-7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐溝 茂良

4 T

5 2 7 5

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-263537 A (財団法人理工学振興会) 2005. 09. 29, 特許請求 の範囲 (ファミリーなし)	1-7
A	S. GAYDARDZHIEV et al., Gel-casted porous Al ₂ O ₃ ceramics by use of natural fibres as pore developers, Journal of Porous Materials, Volume 15, Issue 4, 2008, PP. 475-480	1-7