



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104513064 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 15

(21) 申请号 201410495772. 7

(22) 申请日 2014. 09. 24

(30) 优先权数据

2013-201811 2013. 09. 27 JP

(71) 申请人 日本碍子株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 市川周一 水野淳史

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 钟晶 於毓桢

(51) Int. Cl.

C04B 38/00(2006. 01)

C04B 35/565(2006. 01)

C04B 35/584(2006. 01)

C04B 35/622(2006. 01)

权利要求书1页 说明书14页

(54) 发明名称

多孔质材料及其制造方法、以及蜂窝结构体

(57) 摘要

本发明提供一种多孔质材料,其烧成温度的适合范围宽,耐热性以及耐热冲击性优异。本发明的多孔质材料,其含有骨料、以及用于将骨料彼此结合的结合材料,通过结合材料结合后在骨料间形成有细孔,结合材料包含晶质堇青石并且包含稀土元素或锆元素,结合材料的质量相对于骨料与结合材料的合计质量的比率为12~45质量%,优选的是,结合材料中相对于结合材料全体含有8.0~15.0质量%的MgO,含有30.0~60.0质量%的Al₂O₃,含有30.0~55.0质量%的SiO₂,含有1.5~10.0质量%的稀土类氧化物或氧化锆。

1. 一种多孔质材料,其含有骨料、以及用于将所述骨料彼此结合的结合材料,通过结合材料结合后在所述骨料间形成有细孔,

所述结合材料包含晶质堇青石并且包含稀土元素或锆元素,

所述结合材料的质量相对于所述骨料与所述结合材料的合计质量的比率为 12 ~ 45 质量 %。

2. 根据权利要求1所述的多孔质材料,其中,所述结合材料中相对于所述结合材料全体含有8.0~15.0质量%的MgO,含有30.0~60.0质量%的Al₂O₃,含有30.0~55.0质量%的SiO₂,含有1.5~10.0质量%的稀土类氧化物或氧化锆。

3. 根据权利要求1或2所述的多孔质材料,其中,所述稀土元素选自由钇、镧、铈、镨、钕、钐、铕、钆、铽、镱、铈、铉、铊、铋、镱、铈、铉、铊、铋以及镱组成的组中的至少1种。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的多孔质材料,其中,所述结合材料中相对于结合材料全体含有50质量%以上的晶质的萆青石。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的多孔质材料,其中,所述骨料是碳化硅颗粒或氮化硅颗粒。

6. 根据权利要求 1 ~ 5 中任一项所述的多孔质材料,其气孔率为 35 ~ 75%。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的多孔质材料,其弯曲强度为10MPa以上,弯曲强度/杨氏模量比为 1.8×10^{-3} 以上。

8. 根据权利要求 1 ~ 7 中任一项所述的多孔质材料, 其热膨胀系数为 $4.0 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下。

9. 一种多孔质材料的制造方法,其是将多孔质材料用原料在 1370 ~ 1450℃进行烧成来制作多孔质材料,

所述多孔质材料用原料含有骨料粉末、以及结合材料用原料，

所述结合材料用原料包含堇青石化原料并且包含稀土元素或锆元素,相对于所述骨料粉末以及所述结合材料用原料的合计质量,含有 12 ~ 45 质量%的所述结合材料用原料。

10. 一种蜂窝结构体,其由权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的多孔质材料构成,其具有划分形成多个孔格的隔壁,所述多个孔格从一个端面的第 1 端面延伸至另一个端面的第 2 端面。

11. 根据权利要求10所述的蜂窝结构体,其具有封孔部,所述封孔部配设于所述第1端面上的规定的所述孔格的开口部以及所述第2端面上的残余的所述孔格的开口部。

多孔质材料及其制造方法、以及蜂窝结构体

技术领域

[0001] 本发明涉及多孔质材料及其制造方法、以及蜂窝结构体。更具体地涉及耐热性以及耐热冲击性优异并且烧成温度范围宽的多孔质材料及其制造方法、以及蜂窝结构体。

背景技术

[0002] 以往,报告了一种蜂窝结构体,其具有骨料以及“含有 1 种以上选自由稀土类、碱土类、Al 以及 Si 组成的组中的元素的晶体”,其具有通过该晶体将上述骨料彼此结合的结构(例如参照专利文献 1)。

[0003] 另外,报告了一种多孔质结构体,其具有骨料以及用于将该骨料彼此结合的结合材料,作为结合材料使用了堇青石(例如参照专利文献 2~4)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1:日本特许第 4464568 号公报

[0007] 专利文献 2:国际公开第 2009/69731 号

[0008] 专利文献 3:日本特许第 4082559 号公报

[0009] 专利文献 4:日本特许第 4227347 号公报

发明内容

[0010] 发明想要解决的课题

[0011] 专利文献 1 中记载的蜂窝结构体具有弯曲强度优异这样的优点,但从耐热性以及耐热冲击性的观点考虑,存在进一步改良的余地。

[0012] 专利文献 2~4 中记载的多孔质结构体的耐热性以及耐热冲击性优异,但是人们迫切期望进一步提高耐热性以及耐热冲击性。具体而言,人们迫切期望开发出一种弯曲强度高、“弯曲强度/杨氏模量比”的值高的多孔质材料。另外,人们迫切期望开发出一种在制造多孔质材料时烧成时的烧成温度范围宽的多孔质材料。

[0013] 本发明是为了解决这样的问题而完成的。即,本发明的主要目的在于提供一种耐热性以及耐热冲击性优异并且烧成温度范围宽的多孔质材料及其制造方法、以及蜂窝结构体。

[0014] 用于解决问题的手段

[0015] 为了解决上述问题,本发明提供以下的多孔质材料及其制造方法、以及蜂窝结构体。

[0016] [1] 一种多孔质材料,其含有骨料、以及用于将前述骨料彼此结合的结合材料,通过结合材料结合后在前述骨料间形成有细孔,前述结合材料包含晶质堇青石并且包含稀土元素或锆元素,前述结合材料的质量相对于前述骨料与前述结合材料的合计质量的比率为 12~45 质量%。

[0017] [2] 根据 [1] 所述的多孔质材料,其中,前述结合材料相对于前述结合材料全体含

有 8.0 ~ 15.0 质量%的 MgO, 含有 30.0 ~ 60.0 质量%的 Al_2O_3 , 含有 30.0 ~ 55.0 质量%的 SiO_2 , 含有 1.5 ~ 10.0 质量%的稀土类氧化物或氧化锆。

[0018] [3] 根据 [1] 或 [2] 所述的多孔质材料, 其中, 前述稀土元素选自钇、镧、铈、镨、钕、钐、铕、钆、铽、镱、铈、镱、铈、镱、铈、镱、铈、镱、铈、镱以及镱组成的组中的至少 1 种。

[0019] [4] 根据 [1] ~ [3] 中任一项所述的多孔质材料, 其中, 前述结合材料相对于结合材料全体含有 50 质量%以上的晶质堇青石。

[0020] [5] 根据 [1] ~ [4] 中任一项所述的多孔质材料, 其中, 前述骨料是碳化硅颗粒或氮化硅颗粒。

[0021] [6] 根据 [1] ~ [5] 中任一项所述的多孔质材料, 其气孔率为 35 ~ 75%。

[0022] [7] 根据 [1] ~ [6] 中任一项所述的多孔质材料, 其弯曲强度为 10MPa 以上, 弯曲强度 / 杨氏模量比为 1.8×10^{-3} 以上。

[0023] [8] 根据 [1] ~ [7] 中任一项所述的多孔质材料, 其热膨胀系数为 $4.0 \times 10^{-6}/K$ 以下。

[0024] [9] 一种多孔质材料的制造方法, 其是将多孔质材料用原料在 1370 ~ 1450℃进行烧成来制作多孔质材料, 所述多孔质材料用原料含有骨料粉末以及结合材料用原料, 所述结合材料用原料包含堇青石化原料并且包含稀土元素或锆元素, 且相对于前述骨料粉末以及前述结合材料用原料的合计质量, 含有 12 ~ 45 质量%的前述结合材料用原料。

[0025] [10] 一种蜂窝结构体, 其由 [1] ~ [8] 中任一项所述的多孔质材料构成, 其具有划分形成多个孔格的隔壁, 所述多个孔格从一个端面的第 1 端面延伸至另一个端面的第 2 端面。

[0026] [11] 根据 [10] 所述的蜂窝结构体, 其具有封孔部, 所述封孔部配设于前述第 1 端面上的规定的前述孔格的开口部以及前述第 2 端面上的残余的前述孔格的开口部。

[0027] 发明的效果

[0028] 本发明的多孔质材料中, 结合材料包含晶质堇青石并且包含稀土元素或锆元素, 结合材料的质量相对于骨料与结合材料的合计质量的比率在规定的范围内。因此, 本发明的多孔质材料的耐热性以及耐热冲击性优异, 烧成温度范围宽。

[0029] 关于本发明的多孔质材料的制造方法, 由于在结合材料用原料中含有稀土元素或锆元素, 因而可以在 1370 ~ 1450℃这样宽的温度范围进行烧成, 获得耐热性以及耐热冲击性优异的多孔质材料。

[0030] 本发明的蜂窝结构体由本发明的多孔质材料的一个实施方式构成。因此, 本发明的蜂窝结构体耐热性以及耐热冲击性优异, 烧成温度范围宽。

具体实施方式

[0031] 以下, 具体说明本发明的实施方式。本发明不受限于以下的实施方式。应当理解的是, 在不脱离本发明宗旨的范围内, 基于本领域技术人员的常规知识对以下的实施方式施加适当变更、改良等, 也落入本发明的范围。

[0032] (1) 多孔质材料:

[0033] 本发明的多孔质材料的一个实施方式中, 含有骨料、以及用于将骨料彼此结合的结合材料, 通过结合材料结合后在骨料间形成有细孔, 结合材料包含晶质堇青石并且包含

稀土元素或锆元素。而且,本发明的多孔质材料的一个实施方式中,结合材料的质量相对于上述骨料与上述结合材料的合计质量的比率为 12 ~ 45 质量%。

[0034] 本实施方式的多孔质材料中,如上述那样,结合材料含有“晶质堇青石”,并进一步含有稀土元素或锆元素,结合材料的质量相对于骨料与结合材料的合计质量的比率为12 ~ 45 质量%。因此,本实施方式的多孔质材料的弯曲强度高,“弯曲强度 / 杨氏模量比”的值高,热膨胀系数与以往的多孔质材料程度相同。即,可以说本实施方式的多孔质材料的耐热性以及耐热冲击性优异。

[0035] 另外,以往使用堇青石作为结合材料时,可获得具有耐热性以及耐热冲击性的多孔质材料。对此,期望“耐热性以及耐热冲击性”更加优异的多孔质材料。然而,如果不将在制造多孔质材料时烧成时的烧成温度范围在狭小的范围内精度良好地进行调节,则难以获得耐热性以及耐热冲击性特别优异的多孔质材料。这是由于在利用烧成炉进行烧成时,在烧成炉内产生温度分布(即,烧成温度条件存在偏差),在烧成炉内产生烧成温度偏离“适合的温度范围”的区域。对此,本实施方式的多孔质材料中,由于规定比率的结合材料含有“晶质堇青石”,并进一步含有稀土元素或锆元素,因而在制造时,烧成时的上述“适合的温度范围”的宽度变宽。因此,本实施方式的多孔质材料的耐热性以及耐热冲击性优异。此外,“烧成时的上述‘适合的温度范围’的宽度”具体是1370~1450℃。

[0036] 本实施方式的多孔质材料中,作为骨料,可列举碳化硅(SiC)颗粒、氮化硅(Si₃N₄)颗粒、莫来石(Al₆Si₂O₁₃)颗粒、氧化铝(Al₂O₃)颗粒等。它们之中,优选碳化硅(SiC)颗粒或氮化硅(Si₃N₄)颗粒,进一步优选碳化硅(SiC)颗粒。

[0037] 本实施方式的多孔质材料含有规定比率的结合材料,该结合材料含有“品质”堇青石以及“稀土元素或锆元素”。由此,本实施方式的多孔质材料的弯曲强度高,“弯曲强度/杨氏模量比”的值高,热膨胀系数与以往的多孔质材料程度相同。另一方面,在含有“非晶质”堇青石来替代“品质”堇青石的情况下,多孔质材料与含有“品质”堇青石的多孔质材料相比,弯曲强度以及“弯曲强度/杨氏模量比”的值变低,热膨胀系数变大。即,通过将结合材料中含有的堇青石设为“品质堇青石”,并进一步含有“稀土元素或锆元素”,从而可抑制在对多孔质材料施加热冲击时产生裂纹等缺陷。

[0038] 本实施方式的多孔质材料的结合材料中的晶相可通过 X 射线衍射来进行鉴定。

[0039] 结合材料中相对于结合材料全体优选含有 50 质量%以上的品质堇青石,进一步优选含有 80 质量%以上的品质堇青石。品质堇青石的质量相对于结合材料全体的比率不足 50 质量%时,有时无法获得充分的耐热性、耐热冲击性。品质堇青石的质量相对于结合材料全体的比率是根据通过 X 射线衍射获得的各晶相的峰强度之比以及通过基于后述的电感耦合等离子体发光分光 (ICP-AES) 的方法测定的值进行计算而求出的值。

[0040] 本实施方式的多孔质材料中,将骨料彼此结合的结合材料进一步含有稀土元素或锆元素。

[0041] 稀土元素优选为选自钇、镧、铈、镨、钕、钐、铕、钆、铽、镱以及镱组成的组中的至少 1 种。而且,稀土元素进一步优选为镧、铈、钕或钐,特别优选为铈。

[0042] 结合材料中优选相对于结合材料全体含有 8.0 ~ 15.0 质量%的 MgO, 含有 30.0 ~ 60.0 质量%的 Al₂O₃, 含有 30.0 ~ 55.0 质量%的 SiO₂。进一步, 结合材料中, 相对于结合材料全体, 优选含有 1.5 ~ 10.0 质量%的稀土类氧化物或氧化锆 (ZrO₂), 进一步优选含有

1.9 ~ 5.0 质量%，特别优选含有 2.3 ~ 4.0 质量%。通过使稀土类氧化物或氧化锆的含量为上述那样的范围，从而存在烧成温度范围变宽这样的优点。稀土类氧化物或氧化锆的含量少于 1.5 质量%时，烧成温度范围有时不会充分变宽。多于 10.0 质量%时，稀土类氧化物或氧化锆有时会从结合材料漏出。此外，在稀土元素为铈的情况下，稀土类氧化物是氧化铈 (CeO_2)。对“结合材料”中各成分的含量（质量%）的定量通过 ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry: 电感耦合等离子体发光分光) 方法来进行。具体而言，分别测定硅 (Si)、铝 (Al)、镁 (Mg)、稀土类、锆 (Zr)、碳 (C)、以及氧 (O) 的量。而后，根据碳 (C) 的量算出碳化硅 (SiC) 的量。而后，剩余（不包含于碳化硅 (SiC) 中）的硅 (Si) 作为二氧化硅 (SiO_2) 计，算出该二氧化硅 (SiO_2) 的量。而后，铝 (Al)、镁 (Mg)、锆 (Zr) 以及稀土类均作为氧化物计，算出各自的氧化物的量。而后，对“结合材料”中各成分 (SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 以及稀土类氧化物) 相对于上述 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 以及稀土类氧化物全体的含量进行定量。此外， SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 以及稀土类氧化物的合计质量成为“结合材料”的质量。

[0043] 本实施方式的多孔质材料中，结合材料的质量相对于骨料与结合材料的合计质量的比率为 12 ~ 45 质量%。而且，本实施方式的多孔质材料中，结合材料的质量相对于骨料与结合材料的合计质量的比率优选为 15 ~ 37 质量%，进一步优选为 18 ~ 32 质量%。结合材料的质量相对于骨料与结合材料的合计质量的比率不足 12 质量%时，弯曲强度变低，“弯曲强度 / 杨氏模量比”变低，因而耐热冲击性降低。结合材料的质量相对于骨料与结合材料的合计质量的比率超过 45 质量%时，气孔率变小。骨料量以及结合材料量使用通过 ICP-AES 方法测定的值。具体而言，优选与上述““结合材料”中各成分的含量（质量%）的定量”同样地对碳化硅（骨料）的量和“结合材料”的量进行定量。

[0044] 本实施方式的多孔质材料的气孔率优选为 35 ~ 75%，进一步优选为 40 ~ 72%，特别优选为 50 ~ 70%。气孔率不足 35%时，压力损耗有时会变大。另外，气孔率超过 75%时，强度有时会变低。在本说明书中，气孔率是根据基于水银压入法（依据 JIS R1655）得到的总细孔容积（单位： cm^3/g ）和基于水中阿基米德法得到的表观密度（单位： g/cm^3 ）算出的值。在算出气孔率时，使用“气孔率 [%] = 总细孔容积 / {(1 / 表观密度) + 总细孔容积} × 100”这样的公式。此外，气孔率可以通过例如制造多孔质材料时所使用的造孔材料的量、烧结助剂量、烧成气氛等来进行调整。另外，气孔率也可以通过骨料与结合材料的比率来进行调整。

[0045] 本实施方式的多孔质材料的平均细孔径优选为 8 ~ 32 μm ，进一步优选为 10 ~ 27 μm ，特别优选为 12 ~ 23 μm 。平均细孔径不足 8 μm 时，压力损耗有时会变大。平均细孔径超过 32 μm 时，在将本实施方式的多孔质材料用作 DPF 等时，废气中的颗粒状物质的一部分有时不会被捕集而透过 DPF 等。在本说明书中，平均细孔径是通过水银压入法（依据 JIS R1655）测定出的值。

[0046] 本实施方式的多孔质材料中，骨料的平均粒径优选为 8 ~ 52 μm ，进一步优选为 10 ~ 45 μm ，特别优选为 13 ~ 35 μm 。骨料的平均粒径小于 8 μm 时，在多孔质材料的细孔分布中，细孔径小的细孔的比例有时会过于变大。骨料的平均粒径大于 52 μm 时，在成型蜂窝结构体时，有时会导致金属模具堵塞而引起成型不良。

[0047] 本实施方式的多孔质材料的弯曲强度优选为 10MPa 以上，“弯曲强度 (Pa) / 杨氏模

量 (Pa) 比”优选为 1.8×10^{-3} 以上。通过使弯曲强度以及“弯曲强度 (Pa)/ 杨氏模量 (Pa) 比”为上述范围,多孔质材料的耐热冲击性提高。弯曲强度小于 10MPa 时,耐热冲击性降低,因而不优选。此外,弯曲强度越高越好,但鉴于本实施方式的多孔质材料的结构,50MPa 左右成为上限。在本说明书中,弯曲强度是通过依据 JIS R1601 的“弯曲试验”测定出的值。另外,在本说明书中,杨氏模量是根据由上述“弯曲试验”获得的“应力-应变曲线”算出的值。

[0048] 本实施方式的多孔质材料在 $40 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 的热膨胀系数优选为 $4.0 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下。而且, $40 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 的热膨胀系数进一步优选为 $2.0 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以上 $3.8 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下,特别优选为 $2.0 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以上 $3.6 \times 10^{-6}/\text{K}$ 以下。 $40 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 的热膨胀系数大于 $4.0 \times 10^{-6}/\text{K}$ 时,耐热冲击性有时会降低。此外,热膨胀系数越小越优选,但鉴于本发明的结构, $2.0 \times 10^{-6}/\text{K}$ 成为下限。在本说明书中,热膨胀系数是通过依据 JIS R1618 的方法测得的值。具体而言,是从蜂窝结构体中切出纵 3 孔格 $\times$ 横 3 孔格 $\times$ 长 20mm 的试验片并测定 $40 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 的 A 轴方向(蜂窝结构体的孔格的延伸方向)的热膨胀系数而得的值。

[0049] (2) 蜂窝结构体:

[0050] 本发明的蜂窝结构体的一个实施方式由上述本发明的多孔质材料的一个实施方式构成,其具有划分形成“多个孔格”的隔壁,所述多个孔格“从一个端面的第 1 端面延伸至另一个端面的第 2 端面”。由于本实施方式的蜂窝结构体由上述本发明的多孔质材料的一个实施方式构成,因而耐热性以及耐热冲击性优异,烧成温度范围宽。上述孔格成为流体的流路。另外,蜂窝结构体优选为具有位于最外周的外周壁的结构。隔壁的厚度优选为 $100 \sim 500 \mu\text{m}$,进一步优选为 $125 \sim 400 \mu\text{m}$,特别优选为 $150 \sim 375 \mu\text{m}$ 。孔格密度优选为 $15 \sim 77$ 孔格/ cm^2 ,进一步优选为 $20 \sim 62$ 孔格/ cm^2 ,特别优选为 $23 \sim 54$ 孔格/ cm^2 。

[0051] 作为蜂窝结构体的形状没有特别限定,可列举圆筒状、底面是多边形(三角形、四边形、五边形、六边形等)的筒状等。

[0052] 蜂窝结构体的孔格形状没有特别限定。例如,作为与孔格的延伸方向正交的剖面中的孔格形状,可列举多边形(三角形、四边形、五边形、六边形、七边形、八边形等)、圆形、它们的组合等。

[0053] 蜂窝结构体的大小可按照用途进行适当确定。由于本发明的蜂窝结构体由本发明的多孔质材料构成,因而耐热性以及耐热冲击性优异。因此,可增大蜂窝结构体的大小。而且,作为蜂窝结构体的大小,例如可设为 $10\text{cm}^3 \sim 2.0 \times 10^4\text{cm}^3$ 左右。

[0054] 本发明的蜂窝结构体可用作 DPF、催化剂载体。另外,在 DPF 中负载催化剂也是优选的形态。在使用本发明的蜂窝结构体作为 DPF 等时,优选为以下那样的结构。即,本发明的蜂窝结构体优选具有封孔部,所述封孔部配设于第 1 端面上的规定孔格的开口部以及第 2 端面上的残余孔格的开口部。优选的是,在两端面上,交替地配置具有封孔部的孔格和不具有封孔部的孔格,形成黑白格状。

[0055] (3) 多孔质材料的制造方法:

[0056] 以下说明本发明的多孔质材料的制造方法的一个实施方式。

[0057] 本实施方式的多孔质材料的制造方法是将多孔质材料用原料在 $1370 \sim 1450^{\circ}\text{C}$ 进行烧成而制作多孔质材料的方法,所述多孔质材料用原料含有骨料粉末、以及规定的比率的结合材料用原料,所述结合材料用原料包含堇青石化原料,同时包含稀土元素或锆元素。

[0058] 本实施方式的多孔质材料的制造方法,通过将含有“规定比率的、包含堇青石化原料且进一步包含稀土元素或锆元素的结合材料用原料”的多孔质材料用原料在上述温度范围进行烧成,从而可获得耐热性以及耐热冲击性优异的多孔质材料。

[0059] 另外,在本实施方式的多孔质材料的制造方法中,由于在结合材料用原料中含有稀土元素或锆元素,因而可在 $1370 \sim 1450^{\circ}\text{C}$ 这样宽的温度范围进行烧成,获得耐热性以及耐热冲击性特别优异的多孔质材料。此时,结合材料成为“晶质”堇青石。此外,称为“将多孔质材料用原料进行烧成”时,也包括将多孔质材料用原料在干燥后进行烧成的情况、将多孔质材料用原料在干燥、脱脂后进行烧成的情况。

[0060] 本实施方式的多孔质材料的制造方法,首先,将骨料粉末与上述结合材料用原料混合,根据需要添加粘合剂、表面活性剂、造孔材料、水等,制作多孔质材料用原料。结合材料用原料通过烧成成为结合材料。

[0061] 结合材料用原料中的堇青石化原料是指通过烧成成为堇青石的原料。具体而言,其是为了得到二氧化硅 (SiO_2) 落入 $42 \sim 56$ 质量%的范围、氧化铝 (Al_2O_3) 落入 $30 \sim 45$ 质量%的范围、氧化镁 (MgO) 落入 $12 \sim 16$ 质量%的范围的化学组成而将“规定的原料”混合得到的陶瓷原料。作为“规定的原料”,可列举例如滑石、高岭土、氧化铝源原料、二氧化硅等。此外,氧化铝源原料是指氧化铝、氢氧化铝、勃姆石等原料,通过烧成进行氧化物化并形成堇青石的一部分。

[0062] 作为稀土元素,优选为选自钇、镧、铈、镨、钕、钐、铕、钆、铈、铉、铊、铋以及镱组成的组中的至少 1 种。而且,作为稀土元素,进一步优选为镧、铈、钕或钐,特别优选为铈。

[0063] 结合材料用原料中所含的稀土元素或锆元素的原料(即,“成为稀土元素源的原料”或“成为锆元素源的原料”)没有特别限定,但是优选为含有氧的粉末状的原料。例如,作为“成为稀土元素源的原料”,可列举稀土类氧化物粉末等。具体而言,在稀土元素为铈的情况下,稀土类氧化物为氧化铈 (CeO_2)。另外,作为“成为锆元素源的原料”,可列举氧化锆粉末等。

[0064] 结合材料用原料中,镁、铝、硅、锆以及稀土元素的各自含量(含有率)优选为以下那样的值。此外,以下所示的镁、铝、硅、锆以及稀土元素的各自含量(含有率)是指分别换算为 MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 以及稀土类氧化物的质量时的含有率(质量%)。例如, MgO 换算的含有率是假定为镁全部以 MgO 的形式存在时的该 MgO 的含有率(质量%)。结合材料用原料中,以 MgO 换算计优选含有 $8.0 \sim 15.0$ 质量%的镁。另外,以 Al_2O_3 换算计优选含有 $30.0 \sim 60.0$ 质量%的铝。另外,以 SiO_2 换算计优选含有 $30.0 \sim 55.0$ 质量%的硅。另外,在含有稀土元素的情况下,以稀土类氧化物换算计优选含有 $1.5 \sim 10.0$ 质量%的稀土元素。另外,在含有锆的情况下,以氧化锆 (ZrO_2) 换算计优选含有 $1.5 \sim 10.0$ 质量%的锆。而且,结合材料用原料优选以使镁、铝、硅、锆以及稀土元素的含量为上述那样含有上述各原料粉末。此外,上述的各原料不限于粉末状的原料,也可以为液态的原料。例如,在液态的原料之中,作为硅源,可列举胶体二氧化硅等。另外,作为稀土元素源,可列举碳酸盐、硝酸盐等的水溶液。

[0065] 作为骨料粉末,可列举碳化硅 (SiC) 粉末、氮化硅 (Si_3N_4) 粉末、莫来石 ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) 粉末、氧化铝 (Al_2O_3) 粉末等。它们之中,优选碳化硅 (SiC) 粉末以及氮化硅 (Si_3N_4) 粉末,

进一步优选碳化硅 (SiC) 粉末。

[0066] 骨料粉末的平均粒径优选为 $8 \sim 52 \mu\text{m}$, 进一步优选为 $10 \sim 45 \mu\text{m}$ 。骨料粉末的平均粒径是通过激光衍射法测定出的值。

[0067] 多孔质材料用原料中, 相对于骨料粉末以及结合材料用原料的合计质量, 含有 $12 \sim 45$ 质量%的结合材料用原料。而且, 多孔质材料用原料中, 相对于骨料粉末以及结合材料用原料的合计质量, 优选含有 $15 \sim 37$ 质量%的结合材料用原料, 进一步优选含有 $18 \sim 32$ 质量%的结合材料用原料。通过使结合材料用原料的含有比率为上述范围内, 从而使得结合材料的质量相对于多孔质材料中的骨料与结合材料的合计质量的比率落入 $12 \sim 45$ 质量%的范围内。结合材料用原料的含有比率不足 12 质量%时, 所获得的多孔质材料的弯曲强度降低, “弯曲强度 / 杨氏模量比”降低, 因而耐热冲击性降低。结合材料用原料的含有比率超过 45 质量%时, 所获得的多孔质材料的气孔率变小。

[0068] 作为粘合剂, 可列举甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟乙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羧甲基纤维素、聚乙烯醇等有机粘合剂。粘合剂的含量, 相对于骨料粉末以及结合材料用原料的合计 100 质量份, 优选为 $3 \sim 10$ 质量份。

[0069] 作为表面活性剂, 可使用乙二醇、糊精、脂肪酸皂、多元醇等。它们可单独使用 1 种, 也可组合使用 2 种以上。表面活性剂的含量, 相对于骨料粉末以及结合材料用原料的合计 100 质量份, 优选为 1 质量份以下。

[0070] 作为造孔材料, 只要在烧成后形成气孔则没有特别限定, 可列举例如石墨、淀粉、发泡树脂、吸水性树脂、硅胶等。它们可单独使用 1 种, 也可组合使用 2 种以上。造孔材料的含量, 相对于骨料粉末以及结合材料用原料的合计 100 质量份, 优选为 35 质量份以下。造孔材料的平均粒径优选为 $10 \sim 70 \mu\text{m}$ 。小于 $10 \mu\text{m}$ 时, 有时无法充分形成气孔。大于 $70 \mu\text{m}$ 时, 在例如使用本实施方式的多孔质材料作为 DPF 等时, 废气中的颗粒状物质的一部分有时不被捕集而透过 DPF 等。造孔材料的平均粒径是通过激光衍射方法测定出的值。此外, 在造孔材料是吸水性树脂的情况下, 平均粒径是吸水后的值。

[0071] 水的含量, 相对于骨料粉末以及结合材料用原料的合计 100 质量份, 优选为 $15 \sim 35$ 质量份。在例如将多孔质材料成型为蜂窝形状之后进行烧成时 (制作蜂窝结构体时), 水的含量优选适当调整成使成型为蜂窝形状时的多孔质材料的硬度 (坯土硬度) 为容易成型的硬度。

[0072] 接着, 优选将多孔质材料用原料成型为所希望的形状。成型的形状、成型方法没有特别限定, 可按照用途进行适当确定。

[0073] 接着, 优选对多孔质材料用原料 (在将多孔质材料用原料成型为特定形状时, 为成型了的成型体) 进行干燥。干燥的方法没有特别限定, 例如可列举微波加热干燥、高频介质加热干燥等电磁波加热方式以及热风干燥、过热水蒸汽干燥等外部加热方式。它们之中, 从可将成型体整体迅速且均匀地、不产生裂纹地进行干燥的观点考虑, 优选通过电磁波加热方式使一定量的水分干燥后, 通过外部加热方式使剩余的水分干燥。作为干燥的条件, 优选的是利用电磁波加热方式除去相对于干燥前的水分含量为 $6 \sim 25$ 质量%的水分, 然后利用外部加热方式使水分为 2 质量%以下。作为电磁波加热方式, 优选为介质加热干燥, 作为外部加热方式, 优选为热风干燥。

[0074] 接着, 将多孔质材料用原料 (在进行了干燥的情况下为干燥后的多孔质材料用原

料)进行烧成,制作多孔质材料。在烧成(正式烧成)之前,为了去除粘合剂等而优选进行预烧(脱脂)。预烧优选在大气气氛下在 200 ~ 600℃进行 0.5 ~ 20 小时。

[0075] 本实施方式的多孔质材料的制造方法中,烧成温度可设为 1370 ~ 1450℃这样宽的温度范围。在烧成温度为 1370 ~ 1450℃的范围时,堇青石化原料发生软化并与骨料密接,在结合材料中形成“晶质”堇青石。像这样在结合材料中形成“晶质”堇青石,并进一步含有“稀土元素或锆元素”时,表现出高的弯曲强度。另一方面,烧成温度超过 1450℃时,在结合材料中形成“非晶质”堇青石(换言之,使堇青石非晶质化)。这样一来,在使堇青石非晶质化时,与含有“晶质”堇青石的情况相比,弯曲强度以及“弯曲强度/杨氏模量比”的值降低,热膨胀系数变大。在烧成温度不足 1370℃的情况下,骨料与结合材料的结合变得不充分且强度降低。

[0076] 烧成时的气氛优选为氮气、氩气等非氧化气氛下或者氧分压为 10%以下的气氛下。另外,烧成优选在常压下进行。另外,烧成时间优选设为 1 ~ 20 小时。此外,预烧以及烧成可使用例如电炉、煤气炉等进行。

[0077] 根据本发明的多孔质材料的制造方法的一个实施方式,可获得上述本发明的多孔质材料的一个实施方式。

[0078] (4) 蜂窝结构体的制造方法:

[0079] 对本发明的蜂窝结构体的一个实施方式的制造方法进行说明。

[0080] 以下说明的本发明的蜂窝结构体的一个实施方式的制造方法是在上述本发明的“多孔质材料的制造方法”的一个实施方式中,在将多孔质材料用原料成型为蜂窝形状之后进行烧成而获得蜂窝结构的多孔质材料(蜂窝结构体)的方法。即,本发明的蜂窝结构体的一个实施方式的制造方法也可以说是上述本发明的多孔质材料的制造方法的一个形态。因此,本发明的蜂窝结构体的一个实施方式的制造方法是将含有“规定比率的、包含堇青石化原料并进一步包含稀土元素或锆元素的结合材料用原料”的多孔质材料用原料在规定的温度范围进行烧成。这样一来,可获得耐热性以及耐热冲击性优异的蜂窝结构体。另外,本发明的蜂窝结构体的一个实施方式的制造方法,由于在结合材料用原料中含有稀土元素或锆元素,因而可在 1370 ~ 1450℃这样宽的温度范围进行烧成,获得耐热性以及耐热冲击性特别优异的多孔质材料。此时,结合材料成为“晶质”堇青石。

[0081] 本发明的蜂窝结构体的一个实施方式的制造方法,首先,优选通过与上述本发明的“多孔质材料的制造方法”的一个实施方式同样的方法制作多孔质材料用原料。

[0082] 而后,优选将所获得的多孔质材料用原料进行混炼而形成坯土。将多孔质材料用原料进行混炼而形成坯土的方法没有特别限制,可列举例如使用捏合机、真空练泥机等的方法。

[0083] 接着,对坯土进行挤出成型,形成蜂窝成型体(蜂窝形状的多孔质材料用原料)。在挤出成型中,优选使用具有所希望的整体形状、孔格形状、隔壁厚度、孔格密度等的金属模具。作为金属模具的材质,优选为难以磨损的超硬合金。蜂窝成型体是具有多孔质的隔壁以及位于最外周的外周壁的结构,所述多孔质的隔壁划分形成成为流体的流路的多个孔格。蜂窝成型体的隔壁厚度、孔格密度、外周壁的厚度等,可考虑干燥、烧成时的收缩,按照想要制作的蜂窝结构体的结构来适当确定。

[0084] 关于如此获得的蜂窝成型体,优选在烧成前进行干燥。干燥的方法没有特别限定,

可列举例如微波加热干燥、高频介质加热干燥等电磁波加热方式以及热风干燥、过热水蒸汽干燥等外部加热方式。它们之中,从可将成型体整体迅速且均匀地、不产生裂纹地进行干燥的观点考虑,优选通过电磁波加热方式使一定量的水分干燥后,通过外部加热方式使剩余的水分干燥。作为干燥的条件,优选利用电磁波加热方式除去相对于干燥前的水分含量为 40 ~ 70 质量%的水分,然后利用外部加热方式使水分为 2 质量%以下。作为电磁波加热方式,优选为介质加热干燥,作为外部加热方式,优选为热风干燥。

[0085] 接着,当蜂窝成型体在孔格延伸方向上的长度不是所希望的长度时,优选将两端面(两端部)切断而形成所希望的长度。切断方法没有特别限制,可列举使用圆锯切断机等的方法。

[0086] 接着,将蜂窝成型体进行烧成,制作蜂窝结构体。在烧成之前,为了去除粘合剂等,优选进行预烧。作为预烧的条件,优选在大气气氛下、在 200 ~ 600℃加热 0.5 ~ 20 小时。烧成温度设为 1370 ~ 1450℃。

[0087] 烧成时的气氛优选为氮气、氩气等非氧化气氛下或者氧分压为 10%以下的气氛下。另外,烧成优选在常压下进行。另外,烧成时间优选设为 1 ~ 20 小时。此外,预烧以及烧成可使用例如电炉、煤气炉等进行。

[0088] 实施例

[0089] 以下,通过实施例进一步具体说明本发明,但本发明不受这些实施例的任何限定。

[0090] (实施例 1)

[0091] 将碳化硅(SiC)粉末与结合材料用原料(粉末)以 75:25 的比率(质量比率)混合,制成“混合粉末”。作为结合材料用原料,使用如下的粉末,其具有 7.8 质量%的滑石粉、10.0 质量%的氧化铝、12.9 质量%的胶体二氧化硅作为堇青石化原料,且含有 2.7 质量%的氧化铈(CeO_2)作为稀土类氧化物。而后,向上述“混合粉末”中添加作为粘合剂的羟丙基甲基纤维素、作为造孔材料的淀粉、吸水性树脂,并且添加水,制成多孔质材料用原料(成型原料)。在将混合粉末设为 100 质量份时,粘合剂的含量是 7 质量份。在将混合粉末设为 100 质量份时,造孔材料的含量是 26 质量份。在将混合粉末设为 100 质量份时,水的含量是 35 质量份。碳化硅粉末的平均粒径为 18 μm 。另外,关于造孔材料的平均粒径,淀粉、吸水性树脂均为 30 μm 。此外,碳化硅粉末以及造孔材料的平均粒径是通过激光衍射法测定出的值。

[0092] 接着,将成型原料进行混炼、练泥,制成圆柱状的坯土。而后,使用挤出成型机将所获得的圆柱状的坯土成型为蜂窝形状,获得蜂窝成型体(成型为蜂窝形状的多孔质材料用原料)。对所获得的蜂窝成型体进行微波干燥,然后使用热风干燥机在 120℃干燥 2 小时,获得蜂窝干燥体。

[0093] 将所获得的蜂窝干燥体在大气气氛下、在 450℃进行 1 小时脱脂,其后,在 Ar 惰性气氛下、在 1370℃烧成 2 小时,获得蜂窝结构的多孔质材料(蜂窝结构体)。此外,上述蜂窝烧成体也可以说是多孔质材料。

[0094] 所获得的蜂窝结构体的隔壁的厚度为 300 μm ,孔格密度为 46 孔格/ cm^2 。另外,蜂窝结构体的底面是一边为 36.2mm 的四边形,蜂窝结构体在孔格延伸方向上的长度为 152mm。

[0095] 利用后述的方法(各成分的鉴定),对蜂窝结构体(多孔质材料)中所含有的碳

化硅、 MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 以及 CeO_2 进行鉴定。由此确认了蜂窝结构体包含碳化硅、 MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 以及 CeO_2 。结合材料中的 MgO 的含量为 9.8 质量%。另外,结合材料中的 Al_2O_3 的含量为 42.4 质量%。另外,结合材料中的 SiO_2 的含量为 46.2 质量%。另外,结合材料中的 CeO_2 的含量为 1.6 质量%。另外,碳化硅的质量相对于碳化硅与结合材料的合计质量的比率为 75.0 质量%,结合材料的质量相对于碳化硅与结合材料的合计质量的比率为 25.0 质量%。

[0096] 所获得的蜂窝结构的多孔质材料(蜂窝结构体)的气孔率为 64.9%,平均细孔径为 $18.4\mu\text{m}$ 。另外,蜂窝结构体的弯曲强度为 10.5MPa,杨氏模量为 4.7GPa,“弯曲强度/杨氏模量比”(在表 1 中,表示为“弯曲强度/杨氏模量”)为 2.2×10^{-3} 。另外,蜂窝结构体的热膨胀系数(40–800℃)为 $3.6\times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ (在表 1 中表示为“3.6ppm/K”)。将所获得的结果示于表 1 中。此外,各测定值是通过以下所示的方法求出的值。

[0097] 在表 1、2 中,“ CeO_2 ”栏表示 CeO_2 的质量相对于结合材料全体质量的质量比率(质量%)。另外,“ ZrO_2 ”栏表示 ZrO_2 的质量相对于结合材料全体质量的质量比率(质量%)。另外,“气孔率”以及“平均细孔径”栏表示多孔质材料的气孔率、以及平均细孔径。另外,“弯曲强度”、“杨氏模量”以及“热膨胀系数”栏表示多孔质材料的弯曲强度、杨氏模量以及热膨胀系数。另外,“弯曲强度/杨氏模量”栏表示弯曲强度(Pa)除以杨氏模量(Pa)得到的值。

[0098] 另外,在表 1、2 中,“综合评价”栏表示的是,“A”为最佳,“B”为适合,“C”为可,“D”为不适合。具体而言,将弯曲强度超过 10MPa、弯曲强度/杨氏模量比超过 2.5×10^{-3} 、且热膨胀系数不足 3.7ppm/K 的情况设为“A(最佳)”。另外,将弯曲强度超过 10MPa、并且弯曲强度/杨氏模量比超过 2×10^{-3} 且为 2.5×10^{-3} 以下或者热膨胀系数为 3.7~4ppm/K 的情况设为“B(适合)”。另外,将热膨胀系数为 4ppm/K 以下、并且弯曲强度为 8~10MPa 或者弯曲强度/杨氏模量比为 $1.8\sim 2\times 10^{-3}$ 的情况设为“C(可)”。另外,将弯曲强度不足 8MPa、弯曲强度/杨氏模量比不足 1.8×10^{-3} 、或者热膨胀系数超过 4ppm/K 的情况设为“D(不适合)”。

[0099] (各成分的鉴定)

[0100] 对多孔质材料中各成分的鉴定是根据基于 EPMA(Electron Probe Micro Analyzer,电子探针显微分析仪)的定性分析以及元素分布图的结果来进行的。各成分的含量通过 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry:电感耦合等离子体-发光分光)的方法来进行定量。具体而言,分别测定硅(Si)、铝(Al)、镁(Mg)、稀土类、锆(Zr)、碳(C)、以及氧(O)的量。而后,根据碳(C)的量算出碳化硅(SiC)的量。而后,将剩余(不包含于碳化硅(SiC)中)的硅(Si)作为二氧化硅(SiO_2)计,算出该二氧化硅(SiO_2)量。而后,铝(Al)、镁(Mg)、锆(Zr)以及稀土类均作为氧化物计,算出各自的氧化物的量。而后,算出“结合材料”中各成分(SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 以及稀土类氧化物)相对于上述 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 以及稀土类氧化物全体的含量。

[0101] (晶相的鉴定)

[0102] 晶相的鉴定(即,确认结合材料中所含有的堇青石是“晶质”)通过粉末 X 射线衍射来进行。即,通过粉末 X 射线衍射来确认堇青石是晶质还是非晶质。另外,一并对异相(莫来石)的存在进行确认。

[0103] (晶质堇青石的质量比率)

[0104] 晶质堇青石相对于结合材料全体的质量比率是根据通过上述 X 射线衍射所获得的各晶相的峰强度之比以及通过基于上述电感耦合等离子体发光分光 (ICP-AES) 的方法测定出的值进行计算而求出的。

[0105] (气孔率)

[0106] 气孔率是根据基于水银压入法 (依据 JIS R1655) 的总细孔容积 [cm^3/g] 以及基于水中阿基米德法的表观密度 [g/cm^3] 而算出的。在算出气孔率时,使用“开气孔率 (%) = $100 \times \text{总细孔容积} / \{ (1 / \text{表观密度}) + \text{总细孔容积} \}$ ”的公式。此外,在本说明书中,称为“气孔率”时是指“开气孔率”。开气孔率是关于“在多孔质材料的表面开口的气孔”的气孔率。

[0107] (平均细孔径)

[0108] 通过水银压入法 (依据 JIS R1655) 来进行测定。

[0109] (弯曲强度 (强度))

[0110] 将蜂窝结构体加工成以孔格贯通的方向为长方向的试验片 (厚度 $0.3\text{mm} \times$ 宽度 $4\text{mm} \times$ 长度 40mm),通过依据 JIS R1601 的“弯曲试验”算出材料的弯曲强度。

[0111] (杨氏模量)

[0112] 根据通过上述“弯曲强度”的试验获得的“应力 - 应变曲线”,算出其“斜率”,将所获得的“斜率”设为杨氏模量。

[0113] (热膨胀系数)

[0114] 依据 JIS R1618,测定 $40 \sim 800^\circ\text{C}$ 的平均线性热膨胀系数 (热膨胀系数)。

[0115] 此外,实施例 1 ~ 4 是使原料的种类及配合量相同而改变烧成温度 (烧成温度: 1370°C 、 1390°C 、 1410°C 、 1440°C)。同样地,在实施例 5 ~ 8、实施例 9 ~ 12、实施例 13 ~ 16、实施例 17 ~ 20、以及实施例 21 ~ 24 的各实施例组中,也是使原料的种类及配合量相同而改变烧成温度。另外,在表 1 中的“结合相”栏中,仅记载为“堇青石”时表示“晶质堇青石”。另外,在表 1 中的“结合相”栏中,“比率”是指“‘晶质堇青石’相对于结合材料全体的质量比率”。

[0116] 表 1

[0117]

	骨料的种类	骨料结合材料的比率		结合材料组成							烧成温度	结合相		材料物性值							综合评价
		骨料质量%	结合材料质量%	MgO质量%	Al ₂ O ₃ 质量%	SiO ₂ 质量%	CeO ₂ 质量%	ZrO ₂ 质量%	含有物质	比率质量%		气孔率%	平均细孔径μm								
实施例1	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	1.6	—	—	1370	堇青石	90	64.9	18.4	10.5	4.0	2.6	3.6	A		
实施例2	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	1.6	—	—	1390	堇青石	90	65.2	18.8	10.3	3.8	2.7	3.5	A		
实施例3	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	1.6	—	—	1410	堇青石	90	65.0	19.1	10.5	3.5	3.0	3.6	A		
实施例4	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	1.6	—	—	1440	堇青石、莫来石	85	64.8	19.5	10.4	3.3	3.2	3.6	A		
实施例5	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	—	1370	堇青石	90	66.1	19.5	10.5	4.1	2.6	3.5	A		
实施例6	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	—	1390	堇青石	90	65.4	19.5	10.6	3.8	2.8	3.5	A		
实施例7	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	—	1410	堇青石	90	65.5	19.6	10.5	3.5	3.0	3.6	A		
实施例8	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	—	1440	堇青石、莫来石	85	65.1	20.6	10.4	3.3	3.2	3.6	A		
实施例9	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	5.3	—	—	1370	堇青石	90	65.0	20.0	11.0	4.0	2.8	3.6	A		
实施例10	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	5.3	—	—	1390	堇青石	90	65.0	20.0	11.2	4.2	2.7	3.6	A		
实施例11	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	5.3	—	—	1410	堇青石	90	64.1	19.2	10.8	4.1	2.6	3.6	A		
实施例12	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	5.3	—	—	1440	堇青石、莫来石	85	64.3	19.9	11.9	4.0	3.0	3.8	B		
实施例13	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	—	1.6	1.6	1370	堇青石	90	66.0	18.5	10.3	3.2	3.2	3.6	A		
实施例14	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	—	1.6	1.6	1390	堇青石	90	66.7	18.9	10.2	3.0	3.4	3.6	A		
实施例15	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	—	1.6	1.6	1410	堇青石	90	66.2	19.4	10.1	2.7	3.7	3.6	A		
实施例16	SiC	75.0	25.0	9.8	42.4	46.2	—	1.6	1.6	1440	堇青石、莫来石	85	65.2	17.8	11.2	3.3	3.4	3.6	A		
实施例17	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	—	2.7	2.7	1370	堇青石	90	67.5	18.4	10.1	4.5	2.2	3.5	B		
实施例18	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	—	2.7	2.7	1390	堇青石	90	66.7	18.3	10.2	4.5	2.3	3.8	B		
实施例19	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	—	2.7	2.7	1410	堇青石	90	66.3	18.7	11.0	4.3	2.6	3.6	A		
实施例20	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	—	2.7	2.7	1440	堇青石、莫来石	85	64.8	20.3	12.8	5.0	2.6	3.6	A		

[0118] 表 2

[0119]

	骨料的种类	骨料的比率		结合材料组成						烧成温度 ℃	结合相		材料物性值							综合评价
		质量%	结合材料质量%	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CeO ₂	ZrO ₂			含有物质	比率 质量%	气孔率 %	平均 细孔径 μm	弯曲 强度 MPa	杨氏模量 GPa	弯曲强度/ 杨氏模量 ($\times 10^{-3}$)	热膨胀 系数 ppm/K		
实施例21	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	—	5.3	1370	—	堇青石	90	65.0	20.0	10.5	4.0	2.6	3.6	A	
实施例22	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	—	5.3	1390	—	堇青石	90	65.2	20.0	10.6	4.1	2.6	3.6	A	
实施例23	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	—	5.3	1410	—	堇青石	90	64.5	19.2	10.8	4.1	2.6	3.8	B	
实施例24	SiC	75.0	25.0	9.5	40.8	44.4	—	5.3	1440	—	堇青石、莫来石	85	64.3	19.9	11.9	4.0	3.0	3.8	B	
实施例25	SiC	70.0	30.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	65.1	19.1	10.6	3.9	2.7	3.6	A	
实施例26	SiC	65.0	35.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	64.7	18.7	11.2	4.0	2.8	3.6	A	
实施例27	SiC	80.0	20.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	64.2	19.8	11.6	3.7	3.1	3.6	A	
实施例28	SiC	85.0	15.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	68.0	20.2	10.5	3.5	3.0	3.8	B	
实施例29	SiC	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	37.0	20.0	35	17	2.1	3.7	B	
实施例30	SiC	75.0	25.0	14.6	35.2	50.2	2.7	—	1390	—	堇青石	95	64.6	19.6	10.2	3.8	2.7	3.3	A	
实施例31	SiC	75.0	25.0	8.8	49.9	41.3	2.7	—	1390	—	堇青石	85	65.9	19.2	10.1	3.8	2.7	3.5	A	
实施例32	Si ₃ N ₄	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	65.2	19.4	10.4	3.6	2.9	3.2	A	
实施例33	Si ₃ N ₄	75.0	25.0	9.7	41.9	45.6	—	2.7	1390	—	堇青石	90	65.1	19.1	10.1	3.5	2.9	3.2	A	
实施例34	SiC	55.0	45.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	60.0	16.0	12.0	5.0	2.4	3.5	B	
实施例35	SiC	88.0	12.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	66.6	20.4	10.2	4.5	2.3	3.9	B	
实施例36	SiC	75.0	25.0	8.5	51.0	38.0	2.7	—	1390	—	堇青石、莫来石	65	65.0	18.5	10.6	4.4	2.4	3.9	B	
实施例37	SiC	75.0	25.0	9.1	39.2	42.6	9.1	—	1390	—	堇青石	75	64.0	19.5	11.0	5.0	2.2	3.8	B	
实施例38	SiC	75.0	25.0	8.9	38.5	41.9	10.7	—	1390	—	堇青石、氧化锆	70	63.0	18.0	11.5	6.0	1.9	3.8	C	
实施例39	SiC	75.0	25.0	9.9	42.7	46.4	1.0	—	1390	—	堇青石	90	65.4	19.5	8.5	4.1	2.1	3.5	C	
实施例40	SiC	75.0	25.0	9.1	39.2	42.6	—	9.5	1390	—	堇青石	75	63.5	19.5	11.0	5.0	2.2	3.8	B	
实施例41	SiC	75.0	25.0	8.9	38.5	41.9	—	10.5	1390	—	堇青石、氧化锆	70	61.0	16.0	12.0	6.7	1.8	3.8	C	
实施例42	SiC	75.0	25.0	9.9	42.7	46.4	—	1.0	1390	—	堇青石	90	65.1	19.1	8.0	4.3	1.9	3.5	C	
比较例1	SiC	75.0	25.0	10.0	43.1	46.9	—	—	1370	—	堇青石	90	65.4	17.7	7.0	4.6	1.5	3.6	D	
比较例2	SiC	75.0	25.0	10.0	43.1	46.9	—	—	1390	—	堇青石	90	65.5	19.7	7.5	4.3	1.7	3.5	D	
比较例3	SiC	75.0	25.0	10.0	43.1	46.9	—	—	1410	—	堇青石、莫来石	90	65.3	20.1	7.5	4.4	1.7	3.5	D	
比较例4	SiC	75.0	25.0	10.0	43.1	46.9	—	—	1440	—	堇青石、莫来石	85	65.0	19.4	8.0	4.6	1.7	3.5	D	
比较例5	SiC	90.0	10.0	10.0	43.1	46.9	—	—	1470	—	非晶质堇青石	—	67.0	20.3	7.5	5.0	1.5	4.2	D	
比较例6	SiC	90.0	10.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1470	—	非晶质堇青石	—	65.6	21.0	9.0	5.1	1.8	4.3	D	
比较例7	SiC	53.0	47.0	9.7	41.9	45.6	2.7	—	1390	—	堇青石	90	55.0	13.0	15.0	9.0	1.7	3.2	D	

[0120] (实施例2~42、比较例1~7)

[0121] 将各条件设为表1、2中所示的条件,除此以外,与实施例1同样地制成多孔质材料(蜂窝结构体)。与实施例1的情况同样地进行了各评价。将结果示于表1、2中。各多孔

质材料的气孔率通过适当变更造孔材料的量来进行调节。

[0122] 根据表 1、2 可知, 实施例 1 ~ 42 的多孔质材料与比较例 1 ~ 7 的多孔质材料相比, 强度高, 弯曲强度 / 杨氏模量比的值大, 热膨胀系数与比较例 1 ~ 7 的多孔质材料程度相同, 耐热性以及耐热冲击性优异。另外, 在实施例 1 ~ 42 的多孔质材料中, 可以在宽的烧成温度范围 (1370 ~ 1440℃) 获得强度高、弯曲强度 / 杨氏模量比的值大、热膨胀系数与比较例 1 ~ 7 的多孔质材料程度相同的多孔质材料。

[0123] 产业上的可利用性

[0124] 本发明的多孔质材料可用作催化剂载体用材料、DPF 用材料等。本发明的蜂窝结构体可用作催化剂载体、DPF 等。