

WO 2013/027792 A1

(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
2013年2月28日(28.02.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号

WO 2013/027792 A1

(51) 国際特許分類:
C04B 38/02 (2006.01) *C04B 35/00* (2006.01)
C02F 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/071281

(22) 国際出願日: 2012年8月23日(23.08.2012)

(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 2011-182827 2011年8月24日(24.08.2011) JP
特願 2012-020204 2012年2月1日(01.02.2012) JP
特願 2012-092163 2012年4月13日(13.04.2012) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 小松精練株式会社 (KOMATSU SEIREN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 Ishikawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 高木 泰治 (TAKAGI Yasuharu) [JP/JP]; 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP).

kawa (JP). 林 豊 (HAYASHI Yutaka) [JP/JP]; 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP). 富樫 宏介 (TOGASHI Kohsuke) [JP/JP]; 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP). 金田 明久 (KANEDA Akihisa) [JP/JP]; 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP). 大田 剛志 (OHTA Takeshi) [JP/JP]; 〒9290124 石川県能美市浜町又167番地 小松精練株式会社内 Ishikawa (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

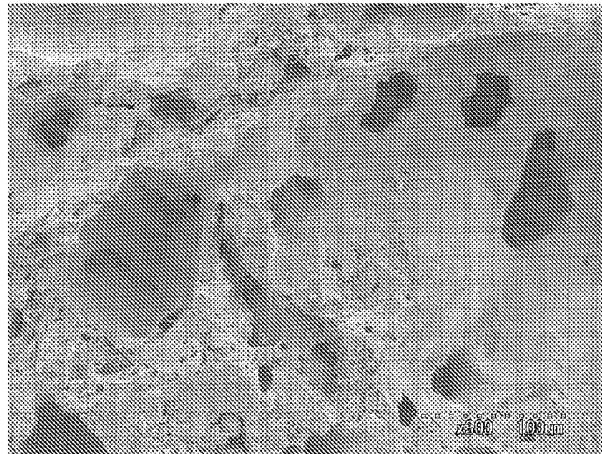
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

(54) Title: POROUS CERAMIC SINTERED BODY AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 多孔質セラミックス焼結体及びその製造方法

[図1]



(57) Abstract: The present invention provides: a porous ceramic sintered body which is provided with fine pores even though diatomite is not used therefor; and a method for producing the porous ceramic sintered body. The present invention relates to: a porous ceramic sintered body which is characterized by being obtained by molding and sintering a mixture that contains a foaming agent, a clay material and organic sludge, but does not contain diatomite; and a method for producing a porous ceramic sintered body, which is characterized in that a mixture that contains a foaming agent, a clay material and organic sludge, but does not contain diatomite is molded and sintered at 950-1,200°C.

(57) 要約: 本発明は、珪藻土を用いないにもかかわらず、微細な気孔が形成された多孔質セラミックス焼結体及びその製造方法が提供される。本発明は、発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物が成形され、焼結されて得られたことを特徴とする多孔質セラミックス焼結体、及び発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物を成形し、950~1200°Cで焼成することを特徴とする多孔質セラミックス焼結体の製造方法に関する。



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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッ
パ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

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：多孔質セラミックス焼結体及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、多孔質セラミックス焼結体及びその製造方法に関する。本願は、2011年8月24日に日本に出願された特願2011-182827号、2012年2月1日に日本に出願された特願2012-020204号、及び2012年4月13日に日本に出願された特願2012-092163号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 内部に気孔が多数形成された多孔質セラミックス焼結体は、建材や水処理の分野で使用されることがある。その多孔質セラミックス焼結体の製造方法としては様々な方法が知られており、目的に応じた気孔のサイズや構造が得られる製造方法が採用されている。

例えば、珪藻土と粘土類の混合物を成形し、焼成することで、珪藻土由来のマイクロメートルオーダーの気孔を有し、断熱性、吸音性、保水性、水処理材等の環境を改善する効果を持つ多孔質セラミックス焼結体を得ることができる（特許文献1）。

[0003] しかしながら、珪藻土と粘土類の混合物を焼成した場合、珪藻土の気孔に粘土類が入り込んで珪藻土の気孔が閉塞されてしまい、珪藻土が有するマイクロメートルサイズの気孔の効果が充分に発揮されないといった問題を有していた。

そこで、珪藻土の気孔の閉塞を防ぐため、珪藻土と粘土類を含む配合物にさらに有機汚泥を配合することにより、珪藻土の気孔に粘土が入り込むことを防ぎ、珪藻土の特徴である微細な気孔を維持する方法が提案されている（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005－239467号公報

特許文献2：国際公開第2010／106724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、珪藻土は産出する地域が限定され、また、単価が高いという問題を有している。そのため、珪藻土を用いなくても、珪藻土を用いたものと同様に微細な気孔が形成されて気孔率や飽和含水率が大きい多孔質セラミックス焼結体が求められていた。

そこで、本発明は、珪藻土を用いないにもかかわらず、微細な気孔が形成された多孔質セラミックス焼結体及びその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 従来、多孔質セラミックス焼結体では、小さな気孔を有する珪藻土を必須成分とすることによってマイクロメートルオーダーの気孔が形成され、高い機能が得られると考えられていた。しかし、本発明者らが検討したところ、多孔質セラミックス焼結体の原料として有機汚泥を用いると、珪藻土を用いなくても、珪藻土を用いたものと同等もしくはそれ以上にマイクロメートルオーダーの気孔を有して高い機能を発揮する多孔質セラミックス焼結体が得られることを見出し、本発明に至った。

[0007] 本発明の一態様は、次の構成を有するものである。

(1) 発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物が成形され、焼結されて得られたことを特徴とする多孔質セラミックス焼結体（別の側面としては、「発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物を含み、前記混合物が成形され、焼結されて得られたことを特徴とする多孔質セラミックス焼結体」である）。

(2) 焼成時に発泡剤が発泡して形成された第1の気孔と、焼成時に前記有機汚泥が減量して形成された第2の気孔とが形成され、これら気孔が連通していることを特徴とする(1)に記載の多孔質セラミックス焼結体。

(3) 発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物を成形し、950～1200℃で焼成することを特徴とする多孔質セラミックス焼結体の製造方法。

(4) 前記発泡剤がスラグであることを特徴とする、(3)に記載の多孔質セラミックス焼結体の製造方法。

(5) 前記有機汚泥が活性汚泥であることを特徴とする、(3)または(4)に記載の多孔質セラミックス焼結体の製造方法。

発明の効果

[0008] 本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様は、珪藻土を用いないにもかかわらず、気孔率を高めることができ、珪藻土を用いたものと同等またはそれ以上の飽和含水率を有する。このような本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様は、珪藻土を用いた多孔質セラミックス焼結体と同等またはそれ以上の機能、性能を有し、珪藻土を用いた多孔質セラミックス焼結体と同様の用途（例えば、断熱材等）に用いることができる。

本発明の多孔質セラミックス焼結体の製造方法の一態様によれば、上記多孔質セラミックス焼結体を容易に製造できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]珪藻土を含まない多孔質セラミックス焼結体の300倍での電子顕微鏡写真である。

[図2]珪藻土を含まない多孔質セラミックス焼結体の3000倍での電子顕微鏡写真である。

[図3]珪藻土を含む多孔質セラミックス焼結体の300倍での電子顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0010] (多孔質セラミックス焼結体)

本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様は、発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物が成形され、焼結されて得られたものである。

「珪藻土を含まない」とは、混合物全体に対して、珪藻土の含有量が、0～1質量%であり、0～0.1質量%が好ましく、0～0.01質量%がより好ましい。また、珪藻土を含まない、つまり珪藻土の含有量が0質量%であることが最も好ましい。

[0011] 多孔質セラミックス焼結体の内部には気孔が形成されている。

多孔質セラミックス焼結体における気孔は、それぞれ独立したものであってもよいし、相互に連通してもよいが、断熱性、吸音性、保水性、透水性、冷却性（気孔内に保水された水の気化による潜熱を利用）、植物の育成性又は通気性の向上の観点から、連通していることが好ましい。また、連通によって気孔が、多孔質セラミックス焼結体を貫通していることがより好ましい。

気孔同士が連通している場合、発泡剤に由来する気孔同士が相互に連通してもよいし、有機汚泥に由来する気孔同士が連通してもよいし、発泡剤に由来する気孔と有機汚泥に由来する気孔が相互に連通してもよい。

本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様は、優れた保水性、透水性、冷却性、植物の育成性、通気性が得られることから、発泡剤に由来する気孔と有機汚泥に由来する気孔とが相互に連通していることが好ましい。すなわち、本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様においては、焼成時に発泡剤が発泡して形成された第1の気孔と、焼成時に前記有機汚泥が減量して形成された第2の気孔とが形成され、これら気孔が連通していることが好ましい。

第1の気孔は、ミリメートルオーダーの気孔であり、第2の気孔は、マイクロメートルオーダーまたはそれ以下（ナノメートルオーダー）の気孔である。

ミリメートルオーダーの気孔とは、気孔の最大径（単に孔径ということがある）が1～50mmのものを意味し、マイクロメートルオーダーの気孔とは、孔径（気孔の最大径）が1～1000マイクロメートルのものを意味し、ナノメートルオーダーの気孔とは、孔径（気孔の最大径）が10～1000

ナノメートルのものを意味する。

ここで、ミリメートルオーダーの孔径は、多孔質セラミックス焼結体を切断し、その切断面に形成されている孔をスケールで測定した値である。マイクロメートルオーダーの孔径およびナノメートルオーダーの孔径は、多孔質セラミックス焼結体を切断して形成された切断面を電子顕微鏡で観察し、測定した値である。

[0012] 多孔質セラミックス焼結体における気孔の体積割合は特に限定されないが、 $(\text{気孔の体積}) / (\text{多孔質セラミックス焼結体の体積})$ で表される気孔率が、下限値として、40体積%以上であることが好ましく、60体積%以上であることがより好ましい。上限値として、90体積%以下であることが好ましく、80体積%以下であることがより好ましく、70体積%以下であることがさらに好ましい。上限値と下限値は任意に組み合わせることができる。より具体的には、好ましくは90体積%以下、より好ましくは40～80体積%、さらにより好ましくは60～70体積%である。気孔率が上記範囲内であれば、多孔質セラミックス焼結体の強度が維持されると共に、多孔質セラミックス焼結体に求められる機能を充分に付与できる。

さらに、[多孔質セラミックス焼結体の質量 (g)] / [多孔質セラミックス焼結体の体積 (cm^3)] で表されるかさ比重は、下限値として、0.4 g / cm^3 以上であることが好ましく、0.55 g / cm^3 以上であることがより好ましい。上限値として、1.3 g / cm^3 以下であることが好ましく、1.0 g / cm^3 以下であることがより好ましく、0.85 g / cm^3 以下であることがさらに好ましい。上限値と下限値は任意に組み合わせができる。より具体的には、好ましくは0.4～1.3 g / cm^3 、より好ましくは0.4～1.0 g / cm^3 、さらにより好ましくは0.55～0.85 g / cm^3 である。かさ比重が上記範囲内であれば、多孔質セラミックス焼結体の強度が維持されると共に、多孔質セラミックス焼結体に求められる機能を充分に付与できる。かさ比重が低いほど、多孔質セラミックス焼結体は気孔が多く形成されていると推測できる。

また、多孔質セラミックス焼結体における飽和含水率は、20%以上が好ましく、30%以上がより好ましく、40%以上がさらに好ましい。上限は高い程よいが、高すぎると用途によっては強度が不足することもあるため、100%以下であることが好ましい。飽和含水率が20%を下回ると、気孔率が高いものであっても、保水性が低くなる傾向にあり、植物の育成や保水した水を気化させて生じる冷却（温度上昇の抑制）等を目的として使用する場合には、充分な効果が得られないおそれがある。

また、多孔質セラミックス焼結体におけるpF値2.7以下の水分量は、好ましくは40質量%以上、さらに好ましくは50質量%以上、さらにより好ましくは60質量%以上である。多孔質セラミックス焼結体におけるpF値2.7以下の水分量は、上限値として100質量%でもよい。上限値と下限値は任意に組み合わせることができる。pF値2.7以下の水は、植物が育成に利用しうるものであり、pF値2.7以下の水分量が、40質量%未満であると植物の育成に適さないか若しくは頻繁に水撒きが必要となるおそれがある。

[0013] 多孔質セラミックス焼結体の形状は、用途等を勘案して決定することができ、例えば、円柱状又は角柱状等の柱状、板状、粒状等の形状のものが挙げられる。

また、本発明の多孔質セラミックス焼結体の表面はグラインダー等で1m程度削り取られてもよい。表面が削り取られると、吸水速度を向上させることができることができる。

[0014] <発泡剤>

本発明の一態様における発泡剤は、焼成時に発泡するものであり、例えば、炭酸カルシウム、炭化ケイ素、炭酸マグネシウム、スラグ等の公知のセラミックス用の発泡剤を用いることができる。これら発泡剤の中でも、スラグが好ましい。

スラグとしては特に限定されず、例えば、金属精錬時に発生する高炉スラグ、都市ゴミの溶融時に発生する都市ゴミ溶融スラグ、下水汚泥の溶融時に

発生する下水汚泥溶融スラグ、ダクタイル鑄鉄等の鑄鉄時に発生する鑄鉄スラグ等のガラス質スラグ等が挙げられる。これらの中でも、鑄鉄スラグがより好ましい。鑄鉄スラグは、組成が安定しているため安定した発泡状態が得られると共に、他のスラグに比べ1.5～2倍程度の発泡率であり、これを用いることで、ミリメートルオーダーの大きな気孔を形成することができる。

[0015] <粘土類>

本発明の一態様における粘土類は、一般的に窯業原料として用いられる粘土状の性状を示す鉱物材料である。ただし、本発明の一態様における粘土類は、珪藻土を含まない。

具体的には、粘土類は、セラミックス焼結体に用いられる公知のものを用いることができ、石英、長石、粘土系等の鉱物組成で構成されるが、構成鉱物はカオリナイトを主とし、ハロイサイト、モンモリロナイト、イライト、ベントナイト、パイロフィライトを含むものが好ましい。中でも、焼結時のクラックの進展を抑え、多孔質セラミックス焼結体の破壊を防ぐ観点から粒子径が $500\text{ }\mu\text{m}$ 以上の石英の粗粒を含むものがより好ましい。前記石英の粗粒は、粒子径が 5 mm 以下であることが好ましい。このような粘土類としては、例えば、蛙目粘土等が挙げられる。粘土類は、1種単独で又は2種以上を適宜組み合わせて配合される。

[0016] <有機汚泥>

有機汚泥は、主成分として有機物を含有する汚泥である。有機汚泥としては特に制限されないが、下水や工場等の排水処理に由来する活性汚泥が好ましい。活性汚泥は、活性汚泥法を用いた排水処理設備から、凝集及び脱水工程を経て排出されて得られる。このような有機汚泥を用いることで、所望する気孔を容易に形成することができる。つまり、このような有機汚泥を用いることで、マイクロメートルオーダーの気孔及びさらに小さなナノメートルオーダーの気孔を形成できる。さらに、廃棄物の位置付けであった排水処理由来の活性汚泥を原料としてリサイクルすることができる。

[0017] 有機汚泥の含水率は、好ましくは60～90質量%、より好ましくは65～85質量%である。上記範囲内であれば、後述の混合工程で均質な混合物が得られると共に、連続成形においても良好な成形性を維持できる。

[0018] 有機汚泥の有機物の含有量は特に限定されないが、例えば、有機汚泥の固体分中の有機物の含有量（有機物含有量）として70質量%以上が好ましく、80質量%以上がより好ましい。有機汚泥の固体分中の有機物の含有量（有機物含有量）の上限値として、100質量%でもよい。上限値と下限値は任意に組み合わせることができる。前記有機物含有量が多いほど、マイクロメートルオーダーの気孔の形成が容易となる。有機物含有量は、乾燥後の汚泥をJIS M8812-1993に準じ、炭化温度700℃で灰分（質量%）を測定し、下記（1）式により求められる値である。

[0019] 有機物含有量（質量%） = 100（質量%） - 灰分（質量%） . . .
(1)

有機汚泥の平均粒子径は、多孔質セラミックス焼結体の用途に応じて決定でき、好ましくは1～5μm、より好ましくは1～3μmとされる。平均粒子径は、粒度分布測定装置（LA-920、株式会社堀場製作所製）により測定される体積基準のメディアン径（体積50%径）である。

[0020] <任意成分>

多孔質セラミックス焼結体には、本発明の目的を阻害しない範囲で、珪藻土、有機汚泥、粘土類以外の任意成分を配合してもよい。任意成分としては、例えば、マイティ2000WH（商品名、花王株式会社製）等のナフタリン系の流動化剤、メントF-10（商品名、昭和電工株式会社製）等のメラミン系の流動化剤、ダーレックススーパー100pH（商品名、グレースケミカルズ株式会社製）等のポリカルボン酸系の流動化剤等；銀、銅、亜鉛等の抗菌剤；ゼオライト、アパタイト等の吸着剤、金属アルミニウム等が挙げられる。

また、有機汚泥から悪臭が生じる場合には、消臭剤を配合するとよい。消臭剤としては、具体的には、塩化アンモニウム、塩化亜鉛などが挙げられる

。このような成分の消臭剤を用いた場合には硫化水素等の臭いの成分を中和、無臭化することにより、有機汚泥からの臭気を抑制できる。

任意成分の配合量は、本発明の目的を脱しない範囲で、任意成分添加の目的とする効果を勘案し添加すればよい。例えば、塩化アンモニウム、塩化亜鉛を消臭剤として用いた場合には、有機汚泥に対し0.05～5質量%とし、混合物全体で0.005質量%～1質量%とすることが好ましい。

[0021] <無機物の粒子及び纖維>

多孔質セラミックス焼結体の強度、特に曲げ強度を向上させたい場合には、無機物の粒子又は纖維を混合物に配合することが好ましい。無機物の粒子及び纖維としては、高融点ガラスの粒子、炭素纖維、バサルト纖維、ロックウールからなる群から選ばれる少なくとも1つが好ましく、強度の向上の観点からは高融点ガラスの粒子が特に好ましい。

[0022] [高融点ガラスの粒子]

高融点ガラスは、溶融温度900℃以上のものであり、好ましくは溶融温度1000℃以上、より好ましくは溶融温度1200℃以上のものである。溶融温度が上記下限値以上であれば、高融点ガラスの粒子は、後述する焼成工程において部分的に溶融し、高融点ガラスの粒子同士で融着したり、粘土類のバインダーとして機能できる。加えて、溶融温度が高いほど、多孔質セラミックス焼結体の強度を向上できる。また、高融点ガラスの溶融温度は、1800℃以下が好ましく、1600℃以下がより好ましい。上記上限値超であると、焼結した際に、高融点ガラスの粒子が溶融しにくく、多孔質セラミックス焼結体の強度を充分に向上できないおそれがある。

[0023] 高融点ガラスの材質は、特に限定されないが、無アルカリガラス、アルミニケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、石英ガラスが好ましく、中でも、ホウケイ酸ガラスが好ましい。

このような材質であれば、多孔質セラミックス焼結体の強度を充分に向上できる。

[0024] 無アルカリガラスは、実質的にナトリウム、カリウム、リチウム等のアル

カリ金属元素を含有しないガラスである。実質的に含有しないとは、ガラス組成中のアルカリ金属元素の含有量が酸化物換算で0.1質量%以下を意味する。

アルミノケイ酸ガラスは、アルミニウムと珪素とを主成分とする酸化物ガラスである。

ホウケイ酸ガラスは、ホウ素と珪素とを主成分とする酸化物ガラスである。

石英ガラスは、石英から作製されるガラスで、酸化珪素の純度が高いものという。

高融点ガラスの市販品としては、AN100（商品名、無アルカリホウケイ酸ガラス、旭硝子株式会社製）等が挙げられる。

[0025] 高融点ガラスは、例えば、液晶テレビ等の液晶ディスプレイ、スマートディスプレイ等のパネル、EL用カバーガラス、CCDに代表される固体撮像素子用のカバーガラス、ハンドパスフィルター等の光学フィルター用ガラス、チップ・オン・ガラス用途のガラス基板用ガラス、フラスコやビーカー等の各種製品に用いられている。

そのため、高融点ガラスの粒子は、上記の製品の製造工程で排出される廃ガラスや、廃棄された液晶テレビ等から回収されるパネルから得ることができる。

特に、液晶テレビ等のフラットディスプレイ用のパネルは、大型化等に伴い、フラットディスプレイの製造時に多量の廃ガラスを発生する。フラットディスプレイ用のパネルの廃ガラスを高融点ガラスの粒子として用いることで、廃棄物を削減できる。このため、環境負荷を低減する観点から、フラットディスプレイ用のパネルの廃ガラスを高融点ガラスの粒子として用いることが好ましい。加えて、フラットディスプレイ用のパネルの廃ガラスは、ガラス組成物の純度が高いため、特段の精製をすることなく、安定した品質の高融点ガラスとして利用できる。

[0026] 高融点ガラスの粒子の粒子径は、特に限定されないが、0.3～5mmが

好ましい。粒子径が0.3 mm未満であると、多孔質セラミックス焼結体は、気孔率が低下したり、比重が増加したりする。気孔率の低下によって、吸水性、保水性、断熱性が損なわれたり、比重の増加によって、多孔質セラミックス焼結体の質量が著しく増加するおそれがある。粒子径が5 mm超であると、成形性が低下したり、成形時に押し出し口の金具が破損するおそれがある。

高融点ガラスの粒子径は、多孔質セラミックス焼結体の生産性とさらなる強度の向上の観点から、0.6 mm超1.2 mm以下がより好ましい。

高融点ガラスの粒子径は、篩い分けにより測定された値である。

[0027] [炭素纖維]

炭素纖維としては、ポリアクリロニトリル（PAN）系、ピッチ系、レヨン及びセルロース系等の種々の炭素纖維を用いることができる。

炭素纖維の長さは、多孔質セラミックス焼結体の形状等を勘案して決定でき、板状物であれば、例えば、1 mm～10 cmが好ましく、5～25 mmがより好ましい。上記下限値未満であると、多孔質セラミックス焼結体の強度が不充分になるおそれがあり、上記上限値超であると、生産性が損なわれたり、多孔質セラミックス焼結体の外観が損なわれたりするおそれがある。

炭素纖維の太さは、多孔質セラミックス焼結体の形状等を勘案して決定でき、板状物であれば、例えば、1～1000 μmが好ましく、5～100 μmがより好ましい。上記下限値未満であると、多孔質セラミックス焼結体の強度が不充分になるおそれがあり、上記上限値超であると、生産性が損なわれたり、多孔質セラミックス焼結体の外観が損なわれたりするおそれがある。

[0028] [バサルト纖維]

バサルト纖維は、天然に存在するバサルト（玄武岩）を溶融及び紡糸して製造される纖維である。

バサルト纖維の長さは、多孔質セラミックス焼結体の形状等を勘案して決定でき、板状物であれば、例えば、1 mm～10 cmが好ましく、5～25

mmがより好ましい。上記下限値未満であると、多孔質セラミックス焼結体の強度が不充分になるおそれがあり、上記上限値超であると、生産性が損なわれたり、多孔質セラミックス焼結体の外観が損なわれたりするおそれがある。

バサルト纖維の太さは、多孔質セラミックス焼結体の形状等を勘案して決定でき、板状物であれば、例えば、 $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ が好ましく、 $5 \sim 100 \mu\text{m}$ がより好ましい。上記下限値未満であると、多孔質セラミックス焼結体の強度が不充分になるおそれがあり、上記上限値超であると、生産性が損なわれたり、多孔質セラミックス焼結体の外観が損なわれたりするおそれがある。また、炭素纖維も同様であるが、これらの纖維を $1000 \sim 10000$ 本程度束ねた纖維束として用いることが強度向上の観点から好ましい。

[0029] [ロックウール]

ロックウールは、玄武岩、鉄炉スラグ等に石灰等を混合し、高温で溶融し紡糸して製造される人造鉱物纖維である。

ロックウールの長さは、多孔質セラミックス焼結体の形状等を勘案して決定でき、板状物であれば、例えば、 $1 \text{ mm} \sim 10 \text{ cm}$ が好ましく、 $5 \sim 25 \text{ mm}$ がより好ましい。上記下限値未満であると、多孔質セラミックス焼結体の強度が不充分になるおそれがあり、上記上限値超であると、生産性が損なわれたり、多孔質セラミックス焼結体の外観が損なわれるおそれがある。

ロックウールの太さは、多孔質セラミックス焼結体の形状等を勘案して決定でき、板状物であれば、例えば、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましく、 $3 \sim 30 \mu\text{m}$ がより好ましい。上記下限値未満であると、多孔質セラミックス焼結体の強度が不充分になるおそれがあり、上記上限値超であると、生産性が損なわれたり、多孔質セラミックス焼結体の外観が損なわれるおそれがある。

[0030] (多孔質セラミックス焼結体の製造方法)

本発明の多孔質セラミックス焼結体の製造方法の一態様は、混合工程と成形工程と焼成工程とを有する。

[0031] <混合工程>

混合工程は、発泡剤、粘土類及び有機汚泥を混合し、珪藻土を混合しないことにより、珪藻土を含有しない混合物を得る工程である。

混合工程における各成分の混合方法は特に限定されず、例えば、発泡剤、粘土類及び有機汚泥を一度に混合装置へ投入し、混合する方法が挙げられる。

[0032] 混合物における発泡剤の配合量は、多孔質セラミックス焼結体に求められる機能等を勘案して決定することができ、下限値として、10質量%以上であることが好ましく、30質量%以上であることがより好ましく、40質量%以上であることがさらに好ましい。上限値として、80質量%以下であることが好ましく、70質量%以下であることがより好ましく、60質量%以下であることがさらに好ましい。上限値と下限値は任意に組み合わせができる。より具体的には、混合物における発泡剤の配合量は、10～80質量%が好ましく、30～70質量%がより好ましく、40～60質量%がさらに好ましい。発泡剤の配合量が上記範囲内であれば混合物の成形性を損なわず、円滑に成形できると共に、多孔質セラミックス焼結体の気孔率、かさ比重、飽和含水率を容易に好適な範囲とすることができる。

[0033] 混合物における粘土類の配合量は、多孔質セラミックス焼結体に求められる機能や、成形性を勘案して決定することができ、下限値として、5質量%以上であることが好ましく、8質量%以上であることがより好ましく、21質量%以上であることがさらに好ましい。上限値として、60質量%以下であることが好ましく、50質量%以下であることがより好ましく、40質量%以下であることがさらに好ましい。上限値と下限値は任意に組み合わせができる。より具体的には、5～60質量%が好ましく、8～50質量%がより好ましく、21～40質量%がさらに好ましい。粘土類の配合量が上記範囲内であれば混合物の成形性を損なわず、かつ円滑に成形できると共に、得られる多孔質セラミックス焼結体の強度を充分に確保できる。

[0034] 混合物における有機汚泥の配合量は、多孔質セラミックス焼結体に求められる機能や、成形性を勘案して決定することができ、下限値として、1質量

%以上であることが好ましく、5質量%以上であることがより好ましい。上限値として、60質量%以下であることが好ましく、35質量%以下であることがより好ましい。上限値と下限値は任意に組み合わせができる。より具体的には、1～60質量%が好ましく、5～35質量%がより好ましい。有機汚泥の配合量が上記範囲内であれば、混合物は適度な流動性と可塑性とを備え、成形性が高くなり、成形装置を閉塞させることなく円滑に成形できる。また、気孔同士を連通させやすくなり、所望する気孔率や飽和含水率の多孔質セラミックス焼結体を容易に得ることができる。

[0035] 混合物の含水率は特に限定されないが、25～45質量%が好ましく、25～30質量%がより好ましい。上記範囲内であれば、混合物は適度な可塑性と流動性を有し、良好な成形性が維持できる。

[0036] 混合物に任意成分を配合する場合、任意成分の配合量は、本発明の目的を阻害しない範囲とされ、例えば、混合物全体の0.001～10質量%の範囲にすることが好ましい。

加えて、混合工程において、有機汚泥が好適な配合比で配合されている場合には、有機汚泥に含まれる水により混合工程にて水を添加しなくてもよいし、混合物の流動性の調整等を目的として、適宜、水を配合してもよい。

他の成分として高融点ガラス粒子を配合する場合には、高融点ガラス粒子の配合量は5～35質量%の範囲にすることが好ましい。35質量%を超えて、高融点ガラス粒子を配合すると気孔率や飽和含水率が低下するおそれがある。また、5質量%を下回ると強度の向上効果が得られないおそれがある。

[0037] 混合工程に用いる混合装置は特に限定されず、公知の混合装置を用いることができる。

例えば、混合装置としては、ミックススマラー（新東工業株式会社製）等の混練機や、ニーダー（株式会社モリヤマ製）、混合機（日陶科学株式会社製）等が挙げられる。

[0038] 混合工程における混合時間は、発泡剤、粘土類と有機汚泥との配合比や、

混合物の流動性等を勘案して決定することができ、混合物が可塑状態となるような混合時間を決定する事が好ましい。混合時間は、15～45分間の範囲とすることが好ましく、25～35分間の範囲とすることがより好ましい。

[0039] 混合工程における温度は特に限定されず、発泡剤と粘土類と有機汚泥の配合比や含水量等を勘案して決定することができ、10～80℃の範囲とすることが好ましく、50～60℃の範囲とすることがより好ましい。

[0040] <成形工程>

成形工程は、混合工程で得られた混合物を所定の形状に成形する工程である。

成形方法は、公知の成形方法を用いることができ、混合物の性状や多孔質セラミックス焼結体の形状を勘案して決定することができる。成形方法は、例えば、成形装置を用いて所定の形状の成形体を連続的に得る方法、混合物を任意の形状の型に充填し成形体を得る方法、あるいは、混合物を延伸した後、所定の形状に切断する方法、混合物を円筒状に連続的に押し出し、切開し、圧延した後、所定の形状に切断する等が挙げられる。中でも、生産効率向上の観点から、成形装置を用いて成形体を連続的に得る方法が好ましい。

[0041] 成形装置は、所望する多孔質セラミックス焼結体の形状に応じて決定することができる。例えば、柱状又は粒状の多孔質セラミックス焼結体を製造するため、柱状又は粒状の成形体を得る場合、成形装置としては、一次スクリュー押出式成形機、円盤型ダイス水平押出式成形機等が挙げられ、中でも、生産性、成形性の観点より円盤型ダイス水平押出式成形機を用いることが好ましい。

また、板状の多孔質セラミックス焼結体を製造するためには真空土練成形機、平板プレス成形機及び平板押し出し成形機等が挙げられ、中でも真空土練成形機が好ましい。真空土練成形機を用いて成形体中の空気を除去することで、気孔の制御が安定する。

成形装置で得る成形体の大きさは用途に応じて決定することができ、成形

体を円柱状とする場合には、例えば、直径を5～200mmの範囲とすることが好ましい。直径が5m未満であると、成形が困難となり、直径が200mmを超えると焼結が不充分となるおそれがある。

[0042] また、板状とする場合には、例えば、タテ10cm～2m×ヨコ10cm～2m×厚さ1cm～10cmの範囲とすることが好ましい。上記範囲の下限から外れる場合には、生産性が低下するおそれがある。上限を超える場合には、焼結が不充分となったり、移送時等に多孔質セラミックス焼結体が破損するおそれがある。

[0043] <焼成工程>

焼成工程は、成形工程で得られた成形体を焼成し、粘土類を焼結して多孔質セラミックス焼結体を得る工程である。

焼成前には、成形体を乾燥することが好ましい。乾燥操作は、特に限定されず、公知の方法を用いることができる。例えば、成形体を自然乾燥させてもよいし、50～220℃の熱風乾燥炉で任意の時間処理することで乾燥してもよい。乾燥後の成形体の含水率は、特に限定されないが、3質量%未満が好ましく、1質量%未満がより好ましい。乾燥後の成形体の含水率は、下限として0質量%であってもよい。

[0044] 焼成の方法は特に限定されず、公知の方法を用いることができる。例えば、ローラーハースキルン等の連続式焼結炉、シャトルキルン等の回分式焼結炉を用い、任意の温度で焼成する方法が挙げられる。中でも、焼成には、生産性の観点から連続式焼結炉を用いることが好ましい。本発明の一態様では、珪藻土を用いていないため、連続式焼却炉を用いて焼成をおこなっても、割れ等が発生し難く、安定して、多孔質セラミックス焼結体を製造することができる。また、焼成時に臭いが発生する場合、焼成装置には、脱臭装置を取り付けるとよい。脱臭装置としては、スクラバー脱臭装置やオゾン脱臭装置や光触媒などを用いた触媒脱臭装置などを挙げることができる。

[0045] 焼成温度（到達温度）は、発泡剤と粘土類と有機汚泥との配合比や有機汚泥の成分等を勘案して設定される。例えば、発泡剤が発泡、膨張し、粘土類

を焼結し、かつ、有機汚泥に含まれる有機物が熱分解により揮発して減量する温度に設定される。具体的には、焼成温度は、下限値として、950°C以上であることが好ましく、1000°C以上であることがより好ましい。上限値として、1200°C以下であることが好ましく、1100°C以下であることがより好ましい。上限値と下限値は任意に組み合わせることができる。より具体的には、950～1200°Cであり、1000～1100°Cが好ましい。有機物の多くは、700°C前後より分解が始まり、950°Cにおいて臭気成分は熱分解されるため、950°C以上にすることで、有機汚泥特有の臭いを解消できると共に、有機汚泥中の有機物の大部分を揮発させて減量することができる。発泡剤として鉄スラグを用いた場合には、800～950°C程度にて結晶化、膨張する。

焼成温度が1200°Cを超えると、多孔質セラミックス焼結体の組織全体のガラス化が進み、成形体が破損したり、孔隙が閉塞するおそれがある。

[0046] 焼成工程では、焼成温度に達するまでの間に、まず成形体から水分が蒸発し、発泡剤が発泡し、その後有機汚泥の有機物が熱分解して減量する。その際の焼成温度に達するまでの温度上昇（ヒートカーブ、温度勾配）は適切に調整することが好ましい。

珪藻土を含まない場合においても、連続式焼結炉においては、投入時における成形体の含水率が3質量%を超えると、焼成工程での含有水分の急激な気化により、成形体が破裂もしくは爆碎することがあり、また、有機物の急激な揮発に伴う破損も発生するおそれがある。しかし、温度勾配を調整して急激な水分の蒸発又は急激な有機物の減量を抑えれば、上記のような成形体の破裂や破損を防ぐことができる。

また、焼成温度に達した後の急激な冷却の際にも、多孔質セラミックス焼結体に割れや粉碎等の破損が生じることがあるが、焼成工程での温度勾配を調整することにより、冷却の際の破損を防ぐことができる。

[0047] また、温度勾配は、焼成装置の規模等を勘案するとよい。焼成装置の規模に応じて適切な温度勾配を設ければ、気孔率を高くし、あるいは気孔同士を

連通させて、多孔質セラミックス焼結体の断熱性、吸音性、保水性、透水性、冷却性、植物の育成性又は通気性をより向上させることができる。

[0048] 焼成時間は、焼成温度や混合物の含水率等を勘案して決定することができ、焼成温度になっている状態の滞留時間が、下限値として、1分間以上であることが好ましく、3分間以上であることがより好ましく、4分間以上であることがさらに好ましく、6.5分間以上であることが特に好ましい。上限値として、120分間以下であることが好ましく、60分間以下であることがより好ましく、10分間以下であることがさらに好ましく、7.5分間以下であることが特に好ましく。上限値と下限値は任意に組み合わせができる。より具体的には、好ましくは1～120分間、より好ましくは3～60分間、さらに好ましくは4～10分間、特に好ましくは6.5～7.5分間である。滞留時間が上記範囲内であれば、多孔質セラミックス焼結体の破損を防止しつつ、良好に焼結できる。

[0049] 本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様では、その製造の際に、発泡剤と粘土類と有機汚泥を含む混合物を用いることで、珪藻土を用いないにもかかわらず、所望する気孔を容易に形成でき、気孔率を高めることができる。これにより、本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様においては、珪藻土を用いたものと同等またはそれ以上の飽和含水率を得ることができる。また、多孔質セラミックス焼結体の製造において、高価な珪藻土を用いないことは、工業的には大きなメリットである。

[0050] また、珪藻土を含む混合物を焼成して得た多孔質セラミックス焼結体においては、200℃前後で体積変化が起こり、焼成時または焼成後の冷却時に割れや表面欠損が生じるおそれがあった。しかしながら、本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様では、焼成時または冷却時に割れや表面欠損等の発生が抑制されているため、精密な温度管理を必要としない。そのため、多孔質セラミックス焼結体の生産性が向上する。

[0051] また、本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様は、凍結しにくいという効果も有する。多孔質セラミックス焼結体が凍結しにくく、凍結割れが

起こりにくく、また、道路の舗装に用いた場合には、歩行者や車両が滑りにくくなる。本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様が凍結しにくいのは、本発明の多孔質セラミックス焼結体の一態様は透水性に優れ、焼結体の表面付近に水が存在しにくく、さらに、焼結体の内部では、表面張力に基づく毛細管現象等により水が対流して凍結しにくい状態になっているためと考えられる。

実施例

[0052] 以下、実施例を示して本発明の一態様を詳細に説明するが、本発明は以下の実施例によって限定されるものではない。

(使用原料)

実施例に用いた原料は、次の通りである。

<有機汚泥>

有機汚泥としては、染色工場（小松精練株式会社）の活性汚泥法による排水処理設備から凝集及び脱水工程を経て排出された活性汚泥を用いた。この活性汚泥の有機物含有量（対固形分）は83質量%、含水率は85質量%であった。

[0053] <粘土類>

粘土類としては、蛙目粘土（岐阜県産又は愛知県産）を用いた。

[0054] <珪藻土>

珪藻土としては、能登地区産の耐火煉瓦の原料で、含水率が5質量%の粉末状の珪藻土を用いた。

[0055] <スラグ>

発泡剤として、鋳鉄スラグを用いた。この鋳鉄スラグは、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 MnO 、 K_2O 、 Na_2O を主成分とするダクタイル鋳鉄スラグである。

[0056] <高融点ガラスの粒子>

高融点ガラスの粒子として、液晶テレビのフラットディスプレイ用のガラスパネルの廃ガラスを粉碎し、高融点ガラスの粒子としたものを用いた。高

融点ガラスの粒子は、目開き1.2mmの篩を通過し、目開き0.6mmの篩を通過しないもの（粒子径0.6mm超1.2mm以下）及び目開き0.6mmの篩を通過したもの（粒子径0.6mm以下）を質量比で1：1で配合したものである。このガラスパネルは、溶融温度1300°C超の無アルカリガラスであり、偏光板を備えていないものである。溶融温度は、熱重量分析（TG）と示唆熱分析（DTA）とを測定（測定温度：室温（25°C）～1300°C（昇温速度：10°C／分）、測定機器：Thermo Plus、理学電機株式会社製）し、得られたTG、DTAから常法により求めた値である。

[0057] <炭素纖維>

炭素纖維として、PAN系炭素纖維（トレカ（商標）系 T700SC-12000、東レ株式会社製）を纖維長10mmに切断したものを用いた。

[0058] （測定方法）

本実施例における物性値は以下の方法により測定した。

[0059] <飽和含水率>

かさ比重を測定したサンプル（N=5）を水に60分間浸漬した後、表面を上にして水からサンプルを傾けず取り出し（傾けた際にサンプルから水が流れ出すことを防ぐため）、サンプルの表面に付着している余剰水分を布で拭き、直ちに質量を測定（飽和状態質量）し、下記（2）式により求めた。

$$\text{[0060]} \quad \text{飽和含水率 (質量\%)} = [(\text{飽和状態質量} - \text{絶乾状態質量}) / \text{絶乾状態質量}] \times 100 \dots \text{(2)}$$

[0061] <曲げ強度>（3点曲げ強度）

JIS R5201に準拠して測定した。

[0062] <かさ比重>

多孔質セラミックス焼結体を、おおよそ、15cm（タテ）×15cm（ヨコ）に切除したものを試験片として用い、ノギスを用いてタテ、ヨコ、厚さを測定することにより試験片の体積（cm³）を求め、さらに、その試験片の質量（g）を測定した。多孔質セラミックス焼結体の質量（g）] / [多

孔質セラミックス焼結体の体積 (cm³)] の式より、かさ比重を求めた。

[0063] <気孔同士の連通の有無の確認>

多孔質セラミックス焼結体における気孔同士の連通の有無の確認は、得られた多孔質セラミックス焼結体を水に浸漬し、充分に吸水させた後に切断し、その断面を観察することで確認した。多孔質セラミックス焼結体の内部に、満遍なく水分が分布及び保水されている場合、気孔同士が連通していると判断した（表中、「A」と記載）。多孔質セラミックス焼結体の内部に水分が行き渡っていない場合には、個々の気孔又は孔隙が独立しており、気孔同士が連通していない又は連通が不充分であると判断した（表中、「B」と記載）。

[0064] <気孔の観察>

ミリメートルスケールの気孔は目視で観察した。マイクロメートルスケール及びナノメートルスケールの気孔は、電子顕微鏡（走査型電子顕微鏡：SEMEX Type H形：（株）日立サイエンスシステムズ）を用いて観察した。

[0065] <pF値別水分量の測定>

各例の多孔質セラミックス焼結体の板状物について、中央部及び四角の近傍部を直径4.2mm×厚み4.0mmの略円柱形にくり抜き、飽和含水状態にしたものと試料柱（5個）とし、この試料柱を専用のロータ治具に装着した。遠心分離機（型式：50B-5、株式会社佐久間製作所製）に装着されたロータ（土壤用pF測定用15B-R8）に、試料柱が装着されたロータ治具を装着し、650rpm、30分間で遠心処理をした。この際、試料柱から分離された水量をpF値1.5以下の水分量とした。次いで、試料柱を1540rpm、30分間遠心処理し、試料柱から分離された水量をpF値1.5超2.7以下の水分量とし、試料柱に残存した水量をpF値2.7超の水分量とした。

[0066] <熱伝導率の測定>

各例の多孔質セラミックス焼結体の板状物を長さ、幅、及び厚さ方向にス

ライスして長さ 20 cm × 幅 20 cm × 厚み 21.6 mm の試験体を作製し、この試験体を用い、JIS A 1412-2-1999 に準拠して測定した。

[0067] (実施例 1)

表 1 に示す配合でスラグ、有機汚泥、粘土類および水を混合して混合物を得た。具体的には、スラグと有機汚泥と粘土類をミックスマラー（新東工業株式会社製）で混合し、可塑状態の混合物を得た（混合工程）。

次いで、得られた混合物を真空土練成形機（高浜工業株式会社製）を用い、押し出し成形し、幅 60 cm、厚み 2 cm の帯状の一次成形体を得た。この一次成形体を任意のピッチと幅で切断して、厚み 2 cm の略正方形の平板状の成形体を得た（成形工程）。

[0068] 得られた成形体を熱風乾燥機で乾燥（180°C、0.5 時間）し、含水率 1 質量% 以下とした後、連続式焼結炉を用いて、焼成温度 1050°C、焼成温度での滞留時間 7 分間の焼成条件にて焼成した（焼成工程）。連続式焼結炉としては、ローラーハースキルン（焼結炉の有効長：全長 15 m、焼結炉を各 1.5 m のゾーン 1 ~ 10 に分割）を用いた。

焼成後、焼結した成形体の 4 つの側面に沿って側端を切除し、幅 50 cm × 長さ 50 cm × 厚み 4 cm の多孔質セラミックス焼結体の板状物を得た。

得られた多孔質セラミックス焼結体の板状物を測定用にさらに切除して試験片を作成し、その試験片を用いて曲げ強度、飽和含水率、pF 値別水分量、熱伝導率を測定した。測定結果を表 1 に示す。

また、得られた多孔質セラミックス焼結体の板状物の断面の電子顕微鏡写真を図 1、図 2 に示す。

実施例 1 における多孔質セラミックス焼結体の板状物の断面では、孔径が 1 ~ 30 mm のミリメートルスケールの気孔が層状に形成されたものが確認された。気孔の厚みは 1 ~ 2 mm 程度であった。

[0069] (比較例 1)

表 1 の混合物の組成に従い、珪藻土と有機汚泥と粘土類とスラグとをミッ

クスマラーで混合して混合物を得た（混合工程）。得られた混合物を実施例1と同様にして成形体を得、焼成して、多孔質セラミックス焼結体の板状物を得た。

得られた多孔質セラミックス焼結体の板状物について、実施例1と同様に曲げ強度、飽和含水率、 ρF 値別水分量、熱伝導率を求めた。その結果を表1に示す。また、得られた多孔質セラミックス焼結体の板状物の断面の電子顕微鏡写真を図3に示す。

比較例1における多孔質セラミックス焼結体の板状物の断面では、実施例1と同様に孔径が1～30mmのミリメートルスケールの気孔が層状に形成されていることが確認された。また、気孔の厚みもほぼ同等の1～2mmであった。比較例1では厚さ方向の中心部がやや黒ずみ、また、やや孔径が小さく見え、外観上、3層構造に見えるものであった。

[0070] (実施例2)

表1の混合物の組成に従い、有機汚泥と粘土類とスラグと高融点ガラスの粒子とをミックスマラーで混合して混合物を得た（混合工程）。得られた混合物を実施例1と同様にして成形体を得、焼成して、多孔質セラミックス焼結体の板状物を得た。

得られた多孔質セラミックス焼結体の板状物について、実施例1と同様に曲げ強度、飽和含水率、 ρF 値別水分量、熱伝導率を求めた。その結果を表1に示す。

実施例2における多孔質セラミックス焼結体の板状物の断面では、実施例1と同様に孔径が1～30mmのミリメートルスケールの気孔が層状に形成されていることが確認された。また、気孔の厚みはほぼ同等の1～2mmであったが実施例1に比べやや薄いものであった。実施例2では厚さ方向の中心部がやや黒ずみ、また、やや孔径が小さく見え、外観上、3層構造に見えるものであった。

[0071] (実施例3)

表1の混合物の組成に従い、有機汚泥と粘土類とスラグと炭素繊維とをミ

ツクスマラーで混合して混合物を得た（混合工程）。得られた混合物を実施例1と同様にして成形体を得、焼成して、多孔質セラミックス焼結体の板状物を得た。

得られた多孔質セラミックス焼結体の板状物について、実施例1と同様に曲げ強度、飽和含水率、 pF 値別水分量、熱伝導率を求めた。その結果を表1に示す。

実施例3における多孔質セラミックス焼結体の板状物の断面では、実施例1と同様に孔径が1～30mmのミリメートルスケールの気孔が層状に形成されていることが確認された。また、気孔の厚みもほぼ同等の1～2mmであった。実施例3では厚さ方向の中心部がやや黒ずみ、また、やや孔径が小さく見え、外観上、3層構造に見えるものであった。

[0072] [表1]

		実施例1	比較例1	実施例2	実施例3
組成 (質量%)	スラグ	45.9	45	38.1	45.7
	有機汚泥	10.2	10	8.5	10.2
	粘土類	30.6	30	25.4	30.5
	珪藻土	—	2	—	—
	高融点ガラスの 粒子	—	—	17.0	—
	炭素繊維	—	—	—	0.4
	水	13.3	13	11.0	13.2
飽和含水率(質量%)		71.6	61.4	29.3	43.3
曲げ強度 (N/mm ²)	水平方向	2.18	2.90	7.8	6.4
	垂直方向	2.20	2.90	6.7	5.5
気孔同士の連通孔		A	A	A	A
かさ比重(g/cm ³)		0.68	0.75	1.01	0.92
pF 値別 水分量 (g)	1.5以下	15.20	12.05	3.45	7.2
	1.5超2.7以下	3.60	3.45	3.35	4.93
	2.7超	5.25	5.85	5.9	6.68
熱伝導率(W/mK)		0.14	0.14	0.20	0.18

[0073] 実施例1では、珪藻土を添加しないことにより、飽和含水率が低下するどころか、比較例1よりも10%もの向上が見られた。また、かさ比重も小さく、軽いものが得られた。

また、植物の根が吸収可能とされる pF 値2.7以下のものもが全体の78

質量%となっており、特に植物の成長にとって好ましく有効とされる pF 値 1. 5 ~ 2. 7 の水分量は 15 質量%となっていた。したがって、高い飽和含水率により多くの水を多孔質セラミックス焼結体に有し、さらに、その水は植物の育成に適した状態となっており、植物の育成性にも優れている。また、実施例 1 は、熱伝導率も低くなっていた。

このことにより、珪藻土を添加しなくても、珪藻土と同等、また、それ以上の気孔率、飽和含水率等を有する多孔質セラミックス焼結体が安価に得られたことが確認された。

また、電子顕微鏡写真からは、珪藻土を添加しないものは、珪藻土を添加したものに比べ、小さな気孔が多く、マイクロメートルスケールの気孔に加え、ナノメートルスケールの気孔も確認された。このことにより、珪藻土を用いずに得た多孔質セラミックス焼結体には、より小さな気孔が多数存在し、気孔率が上昇し、飽和含水率が向上したと考えられる。

また、実施例 1 では、焼成時に発泡剤が発泡して形成したミリメートルスケールの気孔と、焼成時に活性汚泥が減量して形成したマイクロメートルスケールもしくはナノメートルスケールの気孔が連通していることが確認された。

また、実施例 1 では比較例 1 に比べて曲げ強度がやや低かったが、実施例 2, 3 のように、高融点ガラスの粒子または炭素繊維を配合することにより強度を向上させることができた。

さらに、実施例 2, 3 においても、実施例 1 と同様に、ミリメートルスケールの気孔と、焼成時に活性汚泥が減量して形成したマイクロメートルスケールもしくはナノメートルスケールの気孔が連通していることが確認された。

産業上の利用可能性

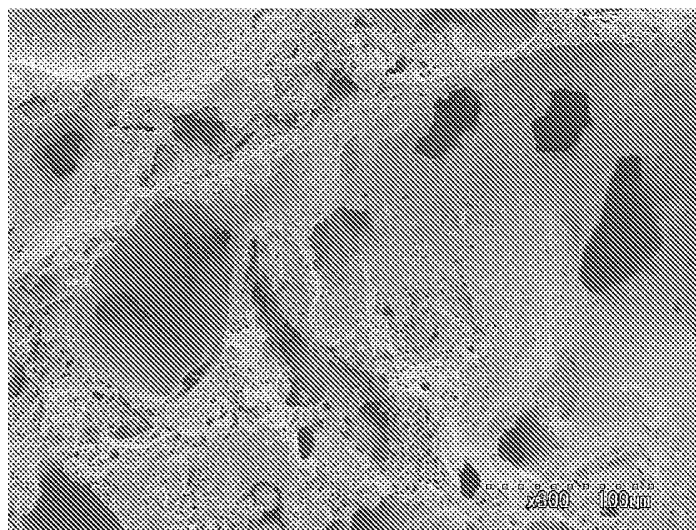
[0074] 本発明の多孔質セラミックス焼結体は、緑化基盤材料、水質浄化材料、調湿材料、断熱材、吸音材等に好適に利用でき、また、保水した水の潜熱を利用して温度の上昇を抑制する路面用敷設材、壁材、屋上材などにも好適であ

るため、産業上極めて有用である。

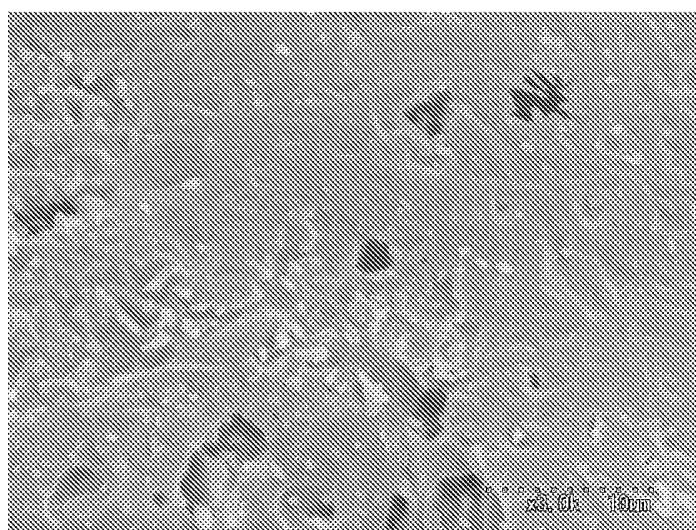
請求の範囲

- [請求項1] 発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物が成形され、焼結されて得られたことを特徴とする多孔質セラミックス焼結体。
- [請求項2] 焼成時に発泡剤が発泡して形成された第1の気孔と、焼成時に前記有機汚泥が減量して形成された第2の気孔とが形成され、これら気孔が連通していることを特徴とする請求項1に記載の多孔質セラミックス焼結体。
- [請求項3] 発泡剤と粘土類と有機汚泥とを含み、珪藻土を含まない混合物を成形し、950～1200°Cで焼成することを特徴とする多孔質セラミックス焼結体の製造方法。
- [請求項4] 前記発泡剤がスラグであることを特徴とする、請求項3に記載の多孔質セラミックス焼結体の製造方法。
- [請求項5] 前記有機汚泥が活性汚泥であることを特徴とする、請求項3または4に記載の多孔質セラミックス焼結体の製造方法。

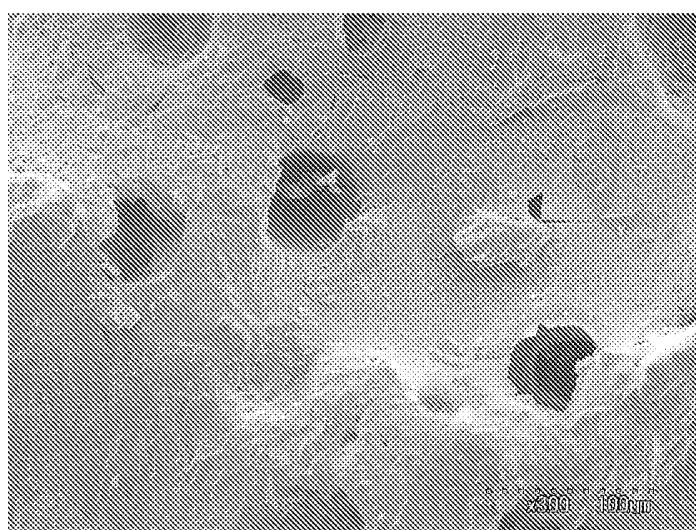
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B38/02 (2006.01)i, C02F11/00 (2006.01)i, C04B35/00 (2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C04B38/00-38/10, C02F11/00-11/20, C04B35/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-129267 A (Kabushiki Kaisha Nakata Giken), 09 May 2000 (09.05.2000), claims 3, 7; paragraphs [0024], [0025], [0038], [0050], [0054] (Family: none)	1-4 4, 5
X Y	JP 2002-193683 A (Itochu Ceratech Corp.), 10 July 2002 (10.07.2002), claim 2; paragraphs [0001], [0005], [0013] to [0015], [0026] to [0039] (Family: none)	1-3 4, 5

 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
22 October, 2012 (22.10.12)Date of mailing of the international search report
30 October, 2012 (30.10.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071281

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-169780 A (Kabushiki Kaisha Nakata Giken), 02 July 1996 (02.07.1996), claims 1, 8, 9; paragraphs [0009], [0012], [0014], [0015], [0019] (Family: none)	1, 2
Y	JP 2002-60281 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 26 February 2002 (26.02.2002), claims 1, 2, 4; paragraph [0005] (Family: none)	4, 5
Y	WO 2010/106724 A1 (Komatsu Seiren Co., Ltd.), 23 September 2010 (23.09.2010), claims 1, 3, 5; paragraph [0021] (Family: none)	5
A	JP 5-170567 A (Nippon Steel Corp.), 09 July 1993 (09.07.1993), claims 1, 2; paragraphs [0013] to [0015] (Family: none)	1-5
A	JP 2002-167288 A (Nippon Mesalite Kogyo Kabushiki Kaisha), 11 June 2002 (11.06.2002), claims 1, 7, 12; paragraphs [0037], [0040], [0042], [0053], [0055], [0058], [0115] (Family: none)	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2012/071281**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 does not have a special technical feature since the invention is disclosed in the following documents 1-3 respectively and does not have novelty, and the inventions of claims 1-5 are not so linked as to form a single general inventive concept.

Main invention: claims 1 and 2

Document 1: JP 2000-129267 A (Kabushiki Kaisha Nakata Giken), 09 May 2000 (09.05.2000), claims 3, 7, paragraphs [0024], [0025], [0038], [0050], [0054] (Family: none)

(Continued to extra sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071281

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 2: JP 2002-193683 A (Itochu Ceratech Corp.), 10 July 2002 (10.07.2002), claim 2, paragraphs [0001], [0005], [0013] to [0015], [0026] to [0039] (Family: none)

Document 3: JP 8-169780 A (Kabushiki Kaisha Nakata Giken), 02 July 1996 (02.07.1996), claims 1, 8, 9, paragraphs [0009], [0012], [0014], [0015], [0019] (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C04B38/02(2006.01)i, C02F11/00(2006.01)i, C04B35/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C04B38/00-38/10, C02F11/00-11/20, C04B35/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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

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
X	JP 2000-129267 A (株式会社ナカタ技研) 2000.05.09, 請求項3, 7, 【0024】 , 【0025】 , 【0038】 , 【0050】 , 【0054】 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2002-193683 A (伊藤忠セラテック株式会社) 2002.07.10, 請求 項2, 【0001】 , 【0005】 , 【0013】 - 【0015】 , 【0026】 - 【0039】 (ファミリーなし)	4,5
X		1-3
Y		4,5

 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

22. 10. 2012

国際調査報告の発送日

30. 10. 2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

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）

4T 3443

末松 佳記

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

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
X	JP 8-169780 A (株式会社ナカタ技研) 1996.07.02, 請求項 1, 8, 9, 【0009】 , 【0012】 , 【0014】 , 【0015】 , 【00 19】 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 2002-60281 A (財団法人電力中央研究所) 2002.02.26, 請求項 1, 2, 4, 【0005】 (ファミリーなし)	4, 5
Y	WO 2010/106724 A1 (小松精練株式会社) 2010.09.23, 請求項 1, 3, 5, 【0021】 (ファミリーなし)	5
A	JP 5-170567 A (新日本製鐵株式会社) 1993.07.09, 請求項 1, 2, 【0013】 - 【0015】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2002-167288 A (日本メサライト工業株式会社) 2002.06.11, 請 求項 1, 7, 12, 【0037】 , 【0040】 , 【0042】 , 【0 053】 , 【0055】 , 【0058】 , 【0115】 (ファミリーな し)	1-5

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、下記の各文献1－3に記載されており、新規性を有さないことから、特別な技術的特徴を有しておらず、請求項1－5に係る発明は、单一の一般的発明概念を形成するように連関していない。

主発明：請求項1，2

文献1：JP 2000-129267 A（株式会社ナカタ技研）2000.05.09, 請求項3, 7, 【0024】 , 【0025】 , 【0038】 , 【0050】 , 【0054】（ファミリーなし）

文献2：JP 2002-193683 A（伊藤忠セラテック株式会社）2002.07.10, 請求項2, 【0001】 , 【0005】 , 【0013】－【0015】 , 【0026】－【0039】（ファミリーなし）

文献3：JP 8-169780 A（株式会社ナカタ技研）1996.07.02, 請求項1, 8, 9, 【0009】 , 【0012】 , 【0014】 , 【0015】 , 【0019】（ファミリーなし）

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立て手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立て手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てではなかった。