



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102378746 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 14

(21) 申请号 201080015326. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 03. 29

*C04B 35/46* (2006. 01)

(30) 优先权数据

*B01D 39/20* (2006. 01)

2009-082820 2009. 03. 30 JP

*B09B 3/00* (2006. 01)

*C04B 35/00* (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 09. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/055601 2010. 03. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02010/113893 JA 2010. 10. 07

(71) 申请人 住友化学株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 根本明欣 吉野朝 鸣海雅之

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 孙秀武 高旭轶

权利要求书 2 页 说明书 11 页

(54) 发明名称

钛酸铝系陶瓷体的制造方法

(57) 摘要

本发明的目的是提供钛酸铝系陶瓷体的制造方法,其是使用在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中回收的、已被烧成的陶瓷体作为再生原料的钛酸铝系陶瓷体的制造方法,该制造方法可以得到机械强度和低热膨胀性、耐热性等的热特性优异的钛酸铝系陶瓷体。本发明的钛酸铝系陶瓷体的制造方法包括:使用在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中回收的、已被烧成的陶瓷体作为再生原料,由已被烧成的陶瓷体得到平均粒径为  $100\mu\text{m}$  以下的粉碎物的步骤;调制含有该粉碎物 and 水的再生粘土的步骤;将该再生粘土成型而得到成型体的步骤、和将该成型体烧成的步骤。

1. 钛酸铝系陶瓷体的制造方法,其是使用在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中回收的已被烧成的陶瓷体作为再生原料来制造钛酸铝系陶瓷体的方法,该制造方法包括以下步骤:

- (i) 由上述已被烧成的陶瓷体得到平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物的步骤,
- (ii) 调制含有上述粉碎物 and 水的再生粘土的步骤,
- (iii) 将上述再生粘土成型而得到成型体的步骤,和
- (iv) 将上述成型体烧成的步骤。

2. 权利要求 1 所述的方法,其中,上述已被烧成的陶瓷体含有钛酸铝系结晶结构。

3. 权利要求 2 所述的方法,其中,上述已被烧成的陶瓷体进而含有镁元素。

4. 权利要求 2 或 3 所述的制造方法,其中,上述已被烧成的陶瓷体进而含有硅元素。

5. 权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的方法,其中,上述得到平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物的步骤 (i) 包括对上述已被烧成的陶瓷体进行粉碎和分级的步骤。

6. 权利要求 5 所述的方法,其中,上述分级通过筛分来进行。

7. 权利要求 1 ~ 6 中任一项所述的方法,其中,上述粉碎物的平均粒径为  $10 \sim 50\ \mu\text{m}$ 。

8. 权利要求 1 ~ 7 中任一项所述的方法,其中,在利用激光衍射法测定的粒径分布中,上述粉碎物满足下式 (1),

$$D90/D10 \leq 8 \quad (1)$$

式中, D90 是对应于以体积基准计累积百分率 90% 的粒径, D10 是对应于以体积基准计累积百分率 10% 的粒径。

9. 权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的方法,其中,上述再生粘土进而含有选自粘合剂、润滑剂和造孔剂中的任意 1 种以上的成分。

10. 权利要求 1 ~ 9 中任一项所述的方法,其中,上述再生粘土进而含有新原料,该新原料包含钛酸铝系陶瓷粉末和 / 或通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的陶瓷粉末混合物。

11. 权利要求 10 所述的方法,其中,构成上述新原料的钛酸铝系陶瓷粉末含有镁元素。

12. 权利要求 10 或 11 所述的方法,其中,构成上述新原料的钛酸铝系陶瓷粉末进而含有硅元素。

13. 权利要求 10 ~ 12 中任一项所述的方法,其中,构成上述新原料的陶瓷粉末混合物含有铝源粉末和钛源粉末。

14. 权利要求 13 所述的方法,其中,构成上述新原料的陶瓷粉末混合物进而含有镁源粉末。

15. 权利要求 13 或 14 所述的方法,其中,构成上述新原料的陶瓷粉末混合物进而含有硅源粉末。

16. 权利要求 15 所述的方法,其中,上述硅源粉末是包含长石或玻璃料、或它们的混合物的粉末。

17. 权利要求 11 ~ 16 中任一项所述的方法,其中,构成上述新原料的钛酸铝系陶瓷粉末和 / 或陶瓷粉末混合物中所含的陶瓷粉末的平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下。

18. 权利要求 1 ~ 17 中任一项所述的方法,其中,上述将成型体烧成的步骤 (iv) 中的烧成温度为  $1300^\circ\text{C}$  以上且低于  $1650^\circ\text{C}$ 。

19. 多孔陶瓷过滤器用的钛酸铝系陶瓷蜂窝成型体,其通过权利要求 1 ~ 18 中任一项所述的方法来制造。

20. 柴油微粒过滤器,其包含权利要求 19 所述的蜂窝成型体。

## 钛酸铝系陶瓷体的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及钛酸铝系陶瓷体的制造方法,更为详细地,涉及使用在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中回收的、已被烧成的陶瓷体作为再生原料而成的钛酸铝系陶瓷体的制造方法。

### 背景技术

[0002] 钛酸铝系陶瓷是含有钛和铝作为构成元素、且在 X 射线衍射光谱中具有钛酸铝的结晶图案的陶瓷,其作为耐热性优异的陶瓷为人们所知。钛酸铝系陶瓷一直以来被用作如坩埚之类的烧结用用具(冶具)等,但近年来,其作为构成用于捕集在从柴油发动机的内燃机排出的废气中所含的细微的碳颗粒(柴油微粒)的陶瓷过滤器(柴油微粒过滤器; Diesel Particulate Filter,以下也称为 DPF)的材料,在产业上的利用价值不断提高。

[0003] 作为钛酸铝系陶瓷的制造方法,已知有将含有二氧化钛等钛源化合物的粉末和氧化铝等铝源化合物的粉末的原料混合物或其成型体进行烧成的方法(专利文献 1)。

[0004] 专利文献 1:国际公开第 05/105704 号小册子。

### 发明内容

[0005] 如专利文献 1 所示,当欲通过将原料混合物或其成型体烧成的方法来得到具有所需形状的钛酸铝系陶瓷成型体时,烧成物在成型时或成型后,或者原料混合物的成型体在烧成时或烧成后,有时会有成型体产生裂纹或破损等的不良情况。

[0006] 上述这样的次品的再利用从收率提高和成本降低的观点考虑是优选的,但将这样的次品进行再生使用而得到的钛酸铝系陶瓷体在机械强度或低热膨胀性、耐热性等热特性的方面不能令人满意。

[0007] 因此,本发明的目的是提供钛酸铝系陶瓷体的制造方法,其是使用在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中回收的、上述次品等烧成体作为再生原料的钛酸铝系陶瓷体的制造方法,该制造方法可以得到机械强度和低热膨胀性、耐热性等的热特性优异的钛酸铝系陶瓷体。

[0008] 本发明提供钛酸铝系陶瓷体的制造方法,其是使用在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中回收的已被烧成的陶瓷体作为再生原料来制造钛酸铝系陶瓷体的方法,该制造方法包括以下步骤。

[0009] (i) 由上述已被烧成的陶瓷体得到平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物的步骤、  
(ii) 调制含有该粉碎物 and 水的再生粘土的步骤、  
(iii) 将该再生粘土成型而得到成型体的步骤、和  
(iv) 将该成型体烧成的步骤。

[0010] 上述烧成的陶瓷体优选含有钛酸铝系结晶结构。此外,该烧成的陶瓷体除了含有铝元素和钛元素以外,还可以进而含有镁元素和 / 或硅元素。

[0011] 得到平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物的步骤 (i) 优选包括对上述已被烧成的陶

瓷体进行粉碎和分级的步骤。分级可以通过例如筛分来进行。

[0012] 上述粉碎物的平均粒径优选为  $10 \sim 50 \mu\text{m}$ 。此外,在利用激光衍射法测定的粒径分布中,优选该粉碎物满足下式 (1)。

[0013]  $D90/D10 \leq 8$  (1)

其中,式中, $D90$  是对应于以体积基准计累积百分率 90% 的粒径, $D10$  是对应于以体积基准计累积百分率 10% 的粒径。

[0014] 上述再生粘土也可以进而含有选自粘合剂、润滑剂和造孔剂中的任意 1 种以上的成分。

[0015] 此外,上述再生粘土也可以进而含有新原料,该新原料包含钛酸铝系陶瓷粉末和 / 或通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的陶瓷粉末混合物。

[0016] 构成上述新原料的钛酸铝系陶瓷粉末除了含有铝元素和钛元素以外,还可以进而含有镁元素和 / 或硅元素。

[0017] 构成上述新原料的陶瓷粉末混合物优选含有铝源粉末和钛源粉末,此外,也可以进而含有镁源粉末和 / 或硅源粉末。硅源粉末可以适合使用包含长石或玻璃料、或它们的混合物的粉末。

[0018] 构成上述新原料的钛酸铝系陶瓷粉末和 / 或陶瓷粉末混合物中所含的陶瓷粉末的平均粒径优选为  $100 \mu\text{m}$  以下。

[0019] 上述将成型体烧成的步骤 (iv) 中的烧成温度优选为  $1300^\circ\text{C}$  以上且低于  $1650^\circ\text{C}$ 。

[0020] 本发明包括利用上述任意一种的方法制造的多孔陶瓷过滤器用的钛酸铝系陶瓷蜂窝成型体,进一步还包括包含上述蜂窝成型体的柴油微粒过滤器。

[0021] 根据本发明的制造方法,可以使用再生原料来提供机械强度和低热膨胀性、耐热性等的热特性优异的钛酸铝系陶瓷体,能够大幅度提高钛酸铝系陶瓷体的收率。由本发明得到的钛酸铝系陶瓷体可以适合用作 DPF 等的陶瓷过滤器。

## 具体实施方式

[0022] 本发明的钛酸铝系陶瓷体的制造方法使用在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中产生并回收的、已被烧成的陶瓷体作为原料的至少一部分,其具有下述的步骤。

[0023] (i) 由已被烧成的陶瓷体得到平均粒径为  $100 \mu\text{m}$  以下的粉碎物的步骤,

(ii) 调制含有该粉碎物 and 水的再生粘土的步骤,

(iii) 将该再生粘土成型而得到成型体的步骤,和

(iv) 将该成型体烧成的步骤。

[0024] 以下,对于各步骤进行详细地说明。

[0025] (i) 粉碎步骤

本步骤中,由已被烧成的陶瓷体得到平均粒径为  $100 \mu\text{m}$  以下的粉碎物。通过使用这样适度地进行了粒度调节的回收陶瓷体作为再生原料,可以得到机械强度和低热膨胀性、耐热性等的热特性优异的钛酸铝系陶瓷体。已被烧成的陶瓷体是指在钛酸铝系陶瓷体的制造步骤 (为了与本发明的制造步骤相区别,以下将作为回收对象的烧成陶瓷体的制造步骤称为“回收对象的制造步骤”) 中产生并回收的包含陶瓷的烧成物,其形状可以为粉体状、块状、成型体的任意形状。作为“回收对象的制造步骤”,只要包括用于制造钛酸铝系陶瓷体的

烧成步骤即可,没有特别限定。例如,作为“回收对象的制造步骤”中的原料,可以列举 (i) 通过烧成生成钛酸铝系陶瓷的陶瓷粉末混合物 (例如含有铝源粉末、钛源粉末、和任意添加的镁源粉末以及硅源粉末的混合物)、或者 (ii) 钛酸铝系陶瓷粉末、或 (iii) 它们两者。“回收对象的制造步骤”可以列举包括将该原料或其成型体烧成的烧成步骤的制造步骤。该制造步骤也可以包括将所得成型体调整成所需形状的步骤。

[0026] 作为上述“回收对象的制造步骤”的原料中所使用的铝源粉末、钛源粉末、镁源粉末、硅源粉末,可以使用与下述的“作为通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的新原料的陶瓷粉末混合物”中含有的铝源粉末、钛源粉末、镁源粉末、硅源粉末同样的粉末。此外,作为“回收对象的制造步骤”的原料中使用的钛酸铝系陶瓷粉末,可以使用与用作新原料的钛酸铝系陶瓷粉末同样的粉末。

[0027] 在上述“回收对象的制造步骤”中产生并回收的、已被烧成的陶瓷体只要是经过烧成步骤的至少一部分而成的陶瓷体即可,没有特别地限定。其具体例子可以列举经过烧成步骤的至少一部分而成的不良成型体,例如上述原料的成型体在烧成时或烧成后产生的不良成型体 (例如产生了裂纹、缺损等的成型体或其碎片等);在将已被烧成的成型体调整为所需形状时产生的碎片或陶瓷粉末 (例如将烧成的成型体切割时产生的切割粉等)。

[0028] 作为再生原料使用的上述已被烧成的陶瓷体含有铝元素和钛元素。当使用含有铝源粉末和钛源粉末、同时含有镁源粉末和 / 或硅源粉末的混合物、或含有镁元素和 / 或硅元素的钛酸铝系陶瓷粉末来作为“回收对象的制造步骤”中的原料时,已被烧成的陶瓷体可进而含有镁元素和 / 或硅元素。当使用含有镁元素和 / 或硅元素的陶瓷体作为再生原料时,可以得到耐热性更高的钛酸铝系陶瓷体。

[0029] 用作再生原料的上述已被烧成的陶瓷体是经过钛酸铝系陶瓷体的制造步骤中的烧成步骤的至少一部分而成的物质,因此通常含有钛酸铝系结晶结构。从抑制粉碎、分级导致的粉碎前后或分级前后的再生原料的组成变化的观点考虑,优选用作再生原料的已被烧成的陶瓷体主要包含钛酸铝系结晶,更优选大致完全或完全由钛酸铝系结晶构成。

[0030] 作为由已被烧成的陶瓷体得到平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物的方法,没有特别地限定,可以列举使用公知的粉碎装置粉碎已被烧成的陶瓷体,并根据需要进行分级的方法。粉碎装置可以使用颚式破碎机、辊式磨碎机、销棒粉碎机等。此外,利用粉碎介质的粉碎也是适宜的。分级方法没有特别地限定,例如适宜使用利用了筛或网的筛分、使粉体伴随着气流、利用对粉体施加的惯性力、离心力的差异等的干式分级、使粉体分散在液体中、利用沉降速度的差异的湿式分级、和这些分级方法的多种组合等。当已被烧成的陶瓷体为粉末状时,在得到平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物时,未必一定进行粉碎,另外有时也不需要分级。

[0031] 上述粉碎 (和根据需要进行分级) 可以进行多次。例如,在将已被烧成的陶瓷体粉碎 / 分级而得到平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物后,将残渣再次进行粉碎 / 分级,由此可以从该残渣中回收平均粒径为  $100\ \mu\text{m}$  以下的粉碎物。由此,可以提高已被烧成的陶瓷体的再利用率。

[0032] 应予说明,在本发明中,上述粉碎物的平均粒径是指利用激光衍射法测定的对应于以体积基准计累积百分率 50% 的粒径 ( $D_{50}$ )。从所得钛酸铝系陶瓷体的机械强度和 / 或低热膨胀性、耐热性提高的观点考虑,粉碎物的平均粒径优选为  $10\sim 50\ \mu\text{m}$ ,进而优选  $20\sim$

40  $\mu\text{m}$ 。

[0033] 此外,为了使利用本发明的制造方法得到的钛酸铝系陶瓷体的物性(例如机械强度或热特性)均匀,理想的是作为原料的粉碎物的粒径分布窄,在利用激光衍射法测定的粒径分布中,上述粉碎物优选满足下式(1)。

[0034]  $D90/D10 \leq 8$  (1)

其中,式中 D90 是对应于以体积基准计累积百分率 90% 的粒径,D10 是对应于以体积基准计累积百分率 10% 的粒径。粉碎物的 D90/D10 更优选为 5 以下。

[0035] (ii) 再生粘土调制步骤

本步骤中,调制含有利用上述步骤(i)得到的平均粒径为 100  $\mu\text{m}$  以下的粉碎物 and 水的再生粘土。再生粘土可以通过在该粉碎物中加入水并进行混炼而得到。混炼可以使用通常使用的混炼机。如下所述,将该再生粘土成型后,进行烧成,由此可以得到以上述已被烧成的陶瓷体作为原料的钛酸铝系陶瓷体。

[0036] 在再生粘土中,与在“回收对象的制造步骤”中回收的已被烧成的陶瓷体的粉碎物一起,也可以进而添加包含(i)钛酸铝系陶瓷粉末、或(ii)通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的陶瓷粉末混合物、或(iii)它们这两者的新原料,作为钛酸铝系陶瓷体的原料的一部分。新原料不是指在“回收对象的制造步骤”中产生并回收的原料,而是指新的原料。

[0037] 作为新原料的上述钛酸铝系陶瓷粉末是主要包含钛酸铝系结晶的陶瓷粉末,其至少含有铝元素和钛元素作为构成元素。该钛酸铝系陶瓷粉末进而也可以含有镁元素和/或硅元素。当使用含有镁元素和/或硅元素的钛酸铝系陶瓷粉末时,可以得到耐热性进一步提高的钛酸铝系陶瓷体。此外,钛酸铝系陶瓷粉末可以含有源于其原料或在制造步骤中混入的不可避免的杂质。

[0038] 作为新原料的上述钛酸铝系陶瓷粉末,在 X 射线衍射光谱中,除了钛酸铝或钛酸铝镁的结晶图案之外,还可以含有氧化铝、二氧化钛、二氧化硅等的结晶图案。当钛酸铝系陶瓷粉末包含钛酸铝镁结晶时,可以用组成式:  $\text{Al}_{2(1-x)}\text{Mg}_x\text{Ti}_{(1+x)}\text{O}_5$  表示。该组成式中的 x 的值优选为 0.01 以上,更优选为 0.01 以上且 0.7 以下,进而优选 0.02 以上且 0.5 以下。

[0039] 作为上述通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的新原料的陶瓷粉末混合物,可以列举含有铝源粉末和钛源粉末的混合物。

[0040] 上述铝源粉末是形成构成钛酸铝系陶瓷体的铝成分的化合物的粉末。作为铝源粉末,例如可以举出氧化铝(氧化铝)的粉末。氧化铝可以是结晶性,也可以是非晶质(无定形)。氧化铝为结晶性时,作为其晶型,可以举出  $\gamma$  型、 $\delta$  型、 $\theta$  型、 $\alpha$  型等。其中,优选使用  $\alpha$  型的氧化铝。

[0041] 铝源粉末也可以是通过在空气中烧成而生成氧化铝的物质的粉末。作为上述物质,例如可以举出铝盐、铝醇盐、氢氧化铝、金属铝等。

[0042] 铝盐可以是与无机酸的盐,也可以是与有机酸的盐。作为无机盐,具体地说例如可以举出硝酸铝、硝酸铵铝等硝酸盐;碳酸铵铝等碳酸盐等。作为有机盐,例如可以举出草酸铝、乙酸铝、硬脂酸铝、乳酸铝、月桂酸铝等。

[0043] 此外,作为铝醇盐,具体地说例如可以举出异丙醇铝、乙醇铝、仲丁醇铝、叔丁醇铝等。

[0044] 氢氧化铝可以是结晶性,也可以是非晶质(无定形)。氢氧化铝为结晶性时,作为

其晶型,例如可以举出三水铝石型、三羟铝石型、诺三水铝石型(ノロソトランダイト)、勃姆石型、拟勃姆石型等。作为非晶质的氢氧化铝,例如可以举出将铝盐、铝醇盐等这类水溶性铝化合物的水溶液水解而得到的铝水解物。

[0045] 铝源粉末可以仅使用 1 种,也可以将 2 种以上并用。其中,作为铝源粉末,优选使用氧化铝粉末,更优选为  $\alpha$  型的氧化铝粉末。应予说明,铝源粉末可以含有源于其原料或在制造步骤中混入的不可避免的杂质。

[0046] 作为新原料的陶瓷粉末混合物中含有的上述钛源粉末是形成构成钛酸铝系陶瓷体的钛成分的物质粉末,作为上述物质,例如可以举出氧化钛的粉末。作为氧化钛,例如可以举出氧化钛(IV)、氧化钛(III)、氧化钛(II)等,优选使用氧化钛(IV)。氧化钛(IV)可以是结晶性,也可以是非晶质(无定形)。氧化钛(IV)为结晶性时,作为其晶型,可以举出锐钛矿型、金红石型、板钛矿型等。更优选为锐钛矿型、金红石型的氧化钛(IV)。

[0047] 钛源粉末还可以是通过在空气中烧成而生成二氧化钛(氧化钛)的物质粉末。作为上述物质,例如可以举出钛盐、钛醇盐、氢二氧化钛、氮化钛、硫化钛、金属钛等。

[0048] 作为钛盐,具体地说可以举出三氯化钛、四氯化钛、硫化钛(IV)、硫化钛(VI)、硫酸钛(IV)等。作为钛醇盐,具体地说可以举出乙醇钛(IV)、甲醇钛(IV)、叔丁醇钛(IV)、异丁醇钛(IV)、正丙醇钛(IV)、四异丙醇钛(IV)和它们的螯合物等。

[0049] 钛源粉末可以仅使用 1 种,也可以将 2 种以上并用。其中,钛源粉末优选使用氧化钛粉末,更优选氧化钛(IV)粉末。应予说明,钛源粉末可以含有源于其原料或在制造步骤中混入的不可避免的杂质。

[0050] 含有上述铝源粉末和钛源粉末的混合物中,以  $Al_2O_3$ (氧化铝)换算计的铝源粉末与以  $TiO_2$ (二氧化钛)换算计的钛源粉末的质量比取决于作为再生原料的粉碎物的组成;可作为新原料并用的钛酸铝系陶瓷粉末的组成;和可作为新原料并用、并通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的陶瓷粉末混合物的含量比,例如可以为 30:70 ~ 70:30,优选 40:60 ~ 60:40。

[0051] 本发明中,以氧化铝  $[Al_2O_3]$  换算计的铝源粉末的质量  $x_1$  根据下式(A)求出。

$$[0052] \quad x_1 = N_{10} \times x_{10} \quad (A)$$

式(A)中, $N_{10}$ 表示  $Al_2O_3$ 的式量, $x_{10}$ 表示以氧化铝  $[Al_2O_3]$ 换算计的铝源粉末的摩尔量。以氧化铝  $[Al_2O_3]$ 换算计的铝源粉末的摩尔量  $x_{10}$ 通过下式(A-1)求出。

$$[0053] \quad x_{10} = (w_1 \times M_1) / (N_1 \times 2) \quad (A-1)$$

式(A-1)中, $w_1$ 表示铝源粉末的使用量(g), $M_1$ 表示铝源粉末 1 摩尔中的铝的摩尔数, $N_1$ 表示所使用的铝源粉末的式量。本发明中使用 2 种以上铝源粉末时,通过式(A-1)求出各铝源粉末的以氧化铝  $[Al_2O_3]$ 换算计的摩尔量,将各摩尔量总计,由此可以求出所使用的铝源粉末的以氧化铝  $[Al_2O_3]$ 换算计的摩尔量。

[0054] 本发明中,以二氧化钛  $[TiO_2]$ 换算计的钛源粉末的质量  $x_2$ 根据下式(B)求出。

$$[0055] \quad x_2 = N_{20} \times x_{20} \quad (B)$$

式(B)中, $N_{20}$ 表示  $TiO_2$ 的式量, $x_{20}$ 表示以二氧化钛  $[TiO_2]$ 换算计的钛源粉末的摩尔量。以二氧化钛  $[TiO_2]$ 换算计的钛源粉末的摩尔量  $x_{20}$ 根据下式(B-1)求出。

$$[0056] \quad x_{20} = (w_2 \times M_2) / N_2 \quad (B-1)$$

式(B-1)中, $w_2$ 表示钛源粉末的使用量(g), $M_2$ 表示钛源粉末 1 摩尔中钛的摩尔数, $N_2$



表示所使用的钛源粉末的式量。本发明中,当使用 2 种以上的钛源粉末时,通过式 (B-1) 求出各钛源粉末的以二氧化钛  $[\text{TiO}_2]$  换算计的摩尔量,将各摩尔量总计,由此可以求出所使用的钛源粉末的以二氧化钛  $[\text{TiO}_2]$  换算计的摩尔量。

[0057] 此外,含有上述铝源粉末和钛源粉末的混合物也可以含有镁源粉末。作为镁源粉末,除了氧化镁(氧化镁)的粉末之外,还可以举出通过在空气中烧成而生成氧化镁的物质的粉末。作为后者的例子,例如可以举出镁盐、镁醇盐、氢氧化镁、氮化镁、金属镁等。

[0058] 作为镁盐,具体地说可以举出氯化镁、高氯酸镁、磷酸镁、焦磷酸镁、草酸镁、硝酸镁、碳酸镁、乙酸镁、硫酸镁、柠檬酸镁、乳酸镁、硬脂酸镁、水杨酸镁、肉豆蔻酸镁、葡糖酸镁、二甲基丙烯酸镁、苯甲酸镁等。

[0059] 作为镁醇盐,具体地说可以举出甲醇镁、乙醇镁等。

[0060] 作为镁源粉末,还可以使用兼具镁源和铝源的物质的粉末。作为这种物质,例如可以举出镁氧尖晶石( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ )。

[0061] 镁源粉末可以仅使用 1 种,也可将 2 种以上并用。应予说明,镁源粉末可以含有源于其原料或者在制造步骤中混入的不可避免的杂质。

[0062] 含有上述铝源粉末和钛源粉末的混合物中,以  $\text{MgO}$ (氧化镁)换算计的镁源粉末的含量取决于作为再生原料的粉碎物的组成;可作为新原料并用的钛酸铝系陶瓷粉末的组成;和通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的作为新原料的陶瓷粉末混合物的含量比,但相对于以  $\text{Al}_2\text{O}_3$ (氧化铝)换算计的铝源粉末和以  $\text{TiO}_2$ (二氧化钛)换算计的钛源粉末的总量 100 质量份,通常为 0.1 ~ 10 质量份,优选为 8 质量份以下。

[0063] 本发明中,以氧化镁  $[\text{MgO}]$  换算计的镁源粉末的质量  $x_3$  根据下式 (C) 求出。

$$[0064] \quad x_3 = N_{30} \times x_{30} \quad (C)$$

式 (C) 中,  $N_{30}$  表示  $\text{MgO}$  的式量,  $x_{30}$  表示以氧化镁  $[\text{MgO}]$  换算计的镁源粉末的摩尔量。以氧化镁  $[\text{MgO}]$  换算计的镁源粉末的摩尔量  $x_{30}$  根据下式 (C-1) 求出。

$$[0065] \quad x_{30} = (w_3 \times M_3) / N_3 \quad (C-1)$$

式 (C-1) 中,  $w_3$  表示镁源粉末的使用量(g),  $M_3$  表示镁源粉末 1 摩尔中的镁的摩尔数,  $N_3$  表示所使用的镁源粉末的式量。本发明中,当使用 2 种以上的镁源粉末时,通过式 (C-1) 求出各镁源粉末的以氧化镁  $[\text{MgO}]$  换算计的摩尔量,将各摩尔量总计,由此可以求出所使用的镁源粉末的以氧化镁  $[\text{MgO}]$  换算计的摩尔量。

[0066] 此外,含有上述铝源粉末和钛源粉末的混合物也可以进而含有硅源粉末。硅源粉末是形成硅成分且在钛酸铝系陶瓷体中含有的物质的粉末。硅源粉末可以列举例如二氧化硅、一氧化硅等的氧化硅(氧化硅)的粉末。

[0067] 此外,硅源粉末还可以是通过在空气中烧成而生成氧化硅的物质的粉末。作为上述物质,例如可以举出硅酸、碳化硅、氮化硅、硫化硅、四氯化硅、乙酸硅、硅酸钠、原硅酸钠、长石、玻璃料等。其中,优选使用长石、玻璃料等,从工业上容易得到、组成稳定的方面考虑,更优选为玻璃料等。玻璃料是指将玻璃粉碎而得到的片状(フレーク)或粉末状的玻璃。硅源粉末还优选使用包含长石和玻璃料的混合物的粉末。

[0068] 使用玻璃料时,从进一步提高得到的钛酸铝系陶瓷体的耐热分解性的观点考虑,优选使用屈服点为 700℃ 以上的玻璃料。本发明中,玻璃料的屈服点定义为:使用热机械分析装置(TMA:Thermo Mechanical Analysis),从低温升温并测定玻璃料的膨胀时,膨胀停

止,接着开始收缩的温度(℃)。

[0069] 构成上述玻璃料的玻璃可以使用以硅酸[SiO<sub>2</sub>]作为主要成分(在全部成分中超过50质量%)的通常的硅酸盐玻璃。对于构成玻璃料的玻璃,作为其它的含有成分,与通常的硅酸盐玻璃同样地,还可以含有氧化铝[Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]、氧化钠[Na<sub>2</sub>O]、氧化钾[K<sub>2</sub>O]、氧化钙[CaO]、氧化镁[MgO]等。此外,为了提高玻璃自身的耐热水性,构成玻璃料的玻璃也可以含有ZrO<sub>2</sub>。

[0070] 硅源粉末可以仅使用1种,也可以将2种以上并用。应予说明,硅源粉末可以含有源于其原料或者在制造步骤中混入的不可避免的杂质。

[0071] 含有上述铝源粉末和钛源粉末的混合物中,以SiO<sub>2</sub>(二氧化硅)换算计的硅源粉末的含量取决于作为再生原料的粉碎物的组成;可作为新原料并用的钛酸铝系陶瓷粉末的组成;和通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的作为新原料的陶瓷粉末混合物的含量比,但相对于以Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(氧化铝)换算计的铝源粉末和以TiO<sub>2</sub>(二氧化钛)换算计的钛源粉末的总量100质量份,通常为0.1~10质量份,优选为8质量份以下。

[0072] 本发明中,以二氧化硅[SiO<sub>2</sub>]换算计的硅源粉末的质量 $x_4$ 根据下式(D)求出。

$$[0073] \quad x_4 = N_{40} \times x_{40} \quad (D)$$

式(D)中, $N_{40}$ 表示SiO<sub>2</sub>的式量, $x_{40}$ 表示以二氧化硅[SiO<sub>2</sub>]换算计的硅源粉末的摩尔量。以二氧化硅[SiO<sub>2</sub>]换算计的硅源粉末的摩尔量 $x_{40}$ 根据下式(D-1)求出。

$$[0074] \quad x_{40} = (w_4 \times M_4) / N_4 \quad (D-1)$$

式(D-1)中, $w_4$ 表示硅源粉末的使用量(g), $M_4$ 表示硅源粉末1摩尔中的硅的摩尔数, $N_4$ 表示所使用的硅源粉末的式量。本发明中,当使用2种以上的硅源粉末时,通过式(D-1)求出各硅源粉末的以二氧化硅[SiO<sub>2</sub>]换算计的摩尔量,将各摩尔量总计,由此可以求出所使用的硅源粉末的以二氧化硅[SiO<sub>2</sub>]换算计的摩尔量。

[0075] 应予说明,含有上述铝源粉末、钛源粉末以及任意添加的镁源粉末和/或硅源粉末的混合物可以如上述镁氧尖晶石(MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)等复合氧化物那样,含有以钛、铝、硅和镁中的2种以上的金属元素为成分的化合物。该情况下,认为这种化合物与将各自的金属源化合物混合而成的混合物同样。

[0076] 从进一步提高所得钛酸铝系陶瓷体的机械强度和/或低热膨胀性、耐热性的观点考虑,作为新原料添加到再生粘土中的钛酸铝系陶瓷粉末、和含在通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的陶瓷粉末混合物中所含的陶瓷粉末(铝源粉末、钛源粉末、镁源粉末、硅源粉末等)的平均粒径(D50),优选为100μm以下,更优选1~50μm。

[0077] 再生粘土中的粉碎物、钛酸铝系陶瓷粉末和通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的陶瓷粉末混合物的含量比没有特别地限定,优选考虑作为再生原料的粉碎物的组成;可作为新原料并用的钛酸铝系陶瓷粉末的组成;和通过烧成而生成钛酸铝系陶瓷的作为新原料的陶瓷粉末混合物中的陶瓷粉末的组成等进行调节。具体来说,优选调节再生粘土中的以Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(氧化铝)换算计的Al成分与以TiO<sub>2</sub>(二氧化钛)换算计的Ti成分的质量比,以使其为30:70~70:30,优选40:60~60:40。此外,优选对再生粘土中的以MgO(氧化镁)换算计的Mg柴油微粒过滤器成分的含量进行调节,以使其相对于以Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(氧化铝)换算计的Al成分和以TiO<sub>2</sub>(二氧化钛)换算计的Ti成分的总量100质量份,为0.1~10质量份,优选为8质量份以下。进一步地,优选对再生粘土中的以SiO<sub>2</sub>(二氧化硅)换算计的Si成分

的含量进行调节,以使其相对于以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (氧化铝) 换算计的 Al 成分和以  $\text{TiO}_2$  (二氧化钛) 换算计的 Ti 成分的总量 100 质量份,为 0.1 ~ 10 质量份,优选为 8 质量份以下。通过将 Al 成分、Ti 成分、Mg 成分和 Si 成分的含量比调节在上述范围内,易于得到机械强度和低热膨胀性、耐热性等的热特性更为优异的钛酸铝系陶瓷体。

[0078] 在再生粘土中根据需要也可以进而添加选自粘合剂、润滑剂和造孔剂中的任意 1 种以上的成分。作为上述粘合剂,可以举出甲基纤维素、羧甲基纤维素、羧甲基纤维素钠等纤维素类;聚乙烯醇等醇类;木质素磺酸盐等盐;石蜡、微晶蜡等蜡;EVA、聚乙烯、聚苯乙烯、液晶聚合物、工程塑料等热塑性树脂等。对于粘合剂的添加量,相对于再生粘土中的以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (氧化铝) 换算计的 Al 成分、以  $\text{TiO}_2$  (二氧化钛) 换算计的 Ti 成分、以  $\text{MgO}$  (氧化镁) 换算计的 Mg 成分和以  $\text{SiO}_2$  (二氧化硅) 换算计的 Si 成分的总量 100 质量份,通常为 20 质量份以下,优选为 15 质量份以下。

[0079] 上述润滑剂可以举出甘油等醇类;辛酸、月桂酸、棕榈酸、藻酸、油酸、硬脂酸等高级脂肪酸;硬脂酸铝等硬脂酸金属盐等。润滑剂的添加量相对于再生粘土中的以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (氧化铝) 换算计的 Al 成分、以  $\text{TiO}_2$  (二氧化钛) 换算计的 Ti 成分、以  $\text{MgO}$  (氧化镁) 换算计的 Mg 成分和以  $\text{SiO}_2$  (二氧化硅) 换算计的 Si 成分的总量 100 质量份,通常为 0 ~ 10 质量份、优选 1 ~ 5 质量份。

[0080] 上述造孔剂可以列举石墨等的炭材料;聚乙烯、聚丙烯、聚甲基丙烯酸甲酯等的树脂类;淀粉、坚果壳、胡桃壳、玉米等的植物系材料;冰;和干冰等。造孔剂的添加量相对于再生粘土中的以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (氧化铝) 换算计的 Al 成分、以  $\text{TiO}_2$  (二氧化钛) 换算计的 Ti 成分、以  $\text{MgO}$  (氧化镁) 换算计的 Mg 成分和以  $\text{SiO}_2$  (二氧化硅) 换算计的 Si 成分的总量 100 质量份,通常为 0 ~ 40 质量份、优选 0 ~ 25 质量份。

[0081] 此外,在再生粘土中也可以添加硝酸、盐酸、硫酸等的无机酸;草酸、柠檬酸、醋酸、苹果酸、乳酸等的有机酸;甲醇、乙醇、丙醇等的醇类;聚羧酸铵、聚氧化烯烷基醚等表面活性剂等分散剂。分散剂的添加量相对于再生粘土中的以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (氧化铝) 换算计的 Al 成分、以  $\text{TiO}_2$  (二氧化钛) 换算计的 Ti 成分、以  $\text{MgO}$  (氧化镁) 换算计的 Mg 成分和以  $\text{SiO}_2$  (二氧化硅) 换算计的 Si 成分的总量 100 质量份,通常为 0 ~ 20 质量份、优选 2 ~ 8 质量份。

#### [0082] (iii) 成型步骤

本步骤中,将上述再生粘土成型,得到成型体。成型体的形状没有特别地限定,例如可以列举蜂窝形状、棒状、管状、板状、坩锅形状等。其中,当将所得钛酸铝系陶瓷体适用于 DPF 等的陶瓷过滤器时,优选制成蜂窝形状。用于再生粘土的成型的成型机可以列举单螺杆加压机、挤出成型机、压片机、造粒机等。

#### [0083] (iv) 烧成步骤

本步骤中,将上述再生粘土的成型体烧成,得到钛酸铝系陶瓷体。成型体的烧成中的烧成温度通常为 1300℃ 以上,优选为 1400℃ 以上。此外,烧成温度通常低于 1650℃,优选为 1550℃ 以下。对达到烧成温度的升温速度没有特别地限定,通常为 1℃ / 小时 ~ 500℃ / 小时。当再生粘土含有作为新原料的硅源粉末、或源于粉碎物和 / 或新原料的钛酸铝系陶瓷粉末所含的硅元素的硅成分时,优选在烧成步骤之前设置在 1100 ~ 1300℃ 的温度范围保持 3 小时以上的步骤。由此,可以促进钛酸铝系陶瓷体中的硅成分的熔融、扩散。

[0084] 烧成步骤通常包括将再生粘土的成型体干燥的步骤和脱脂步骤(再生粘土含有

粘合剂等燃烧性有机物时)。典型地,干燥和脱脂步骤在达到烧成温度的升温阶段(例如 500℃ 以下的温度范围)进行。

[0085] 烧成通常在大气中进行,根据需要也可以在氮气、氩气等惰性气体中进行烧成,还可以在一氧化碳气体、氢气等这类还原性气体中烧成。此外,也可以在降低了水蒸汽分压的气氛中进行烧成。

[0086] 烧成通常使用管状电炉、箱式电炉、隧道式炉、远红外线炉、微波加热炉、竖井式炉、反射炉、转炉、辊底式炉等通常的烧成炉来进行。烧成可以以间歇式进行,也可以以连续式进行。此外,可以以静置式进行,也可以以流动式进行。

[0087] 烧成所需的时间根据原料混合物的量、烧成炉的方式、烧成温度、烧成气氛等而有所不同,但是通常为 1 分钟~300 小时,优选为 10 分钟~24 小时。

[0088] 如此,可以得到目标的钛酸铝系陶瓷体。这种钛酸铝系陶瓷体具有大致维持刚成型后的成型体的形状的形状。得到的钛酸铝系陶瓷体也可以通过研磨加工等加工成所需的形状。

[0089] 通过本发明得到的钛酸铝系陶瓷体,在 X 射线衍射光谱中,除了钛酸铝或钛酸铝镁的结晶图案之外,还可以含有氧化铝、二氧化钛、二氧化硅等的结晶图案。当钛酸铝系陶瓷粉末包含钛酸铝镁结晶时,可以用组成式:  $\text{Al}_{2(1-x)}\text{Mg}_x\text{Ti}_{(1+x)}\text{O}_5$  表示。该组成式中的 x 的值优选为 0.01 以上,更优选为 0.01 以上且 0.7 以下,进而优选 0.02 以上且 0.5 以下。

[0090] 应予说明,也可以将在按照本发明的制造方法的制造步骤中产生并回收的、已被烧成的陶瓷体进一步作为本发明的制造方法中的再生原料来使用。

## 实施例

[0091] 以下,通过实施例对本发明进行更详细地说明,但是本发明不被它们所限定。应予说明,所得钛酸铝系陶瓷体的三点弯曲强度、钛酸铝化率(AT 化率)、热膨胀系数、开气孔率和细孔径、以及所使用的原料粉末(含有粉碎物)的粒径分布通过下述方法测定。

[0092] (1) 三点弯曲强度

将钛酸铝系陶瓷体在挤出成型时的挤出方向上切成长度 50mm、宽度 5mm、厚度 5mm 的长方体形状。使用砂纸(#1500)将该切成的陶瓷体的外表面抛光至目视没有凹凸。得到的样品的三点弯曲强度通过根据 JIS R 1601 的方法进行测定。

[0093] (2) AT 化率

钛酸铝化率(AT 化率)如下算出:对于利用研钵破碎的钛酸铝系陶瓷体,由其测定得到的粉末 X 射线衍射光谱中在  $2\theta = 27.4^\circ$  位置出现的峰[归属于二氧化钛 金红石相(110)面]的积分强度( $I_T$ )、和在  $2\theta = 33.7^\circ$  位置出现的峰[归属于钛酸铝镁相(230)面]的积分强度( $I_{AT}$ ),通过下式来算出。

[0094] 
$$\text{AT 化率} = I_{AT} / (I_T + I_{AT}) \times 100 (\%)$$

(3) 热膨胀系数

将钛酸铝系陶瓷体在挤出成型时的挤出方向上切成长度 50mm、宽度 5mm、厚度 5mm 的长方体形状,进而准确地进行切割,以形成长度为 12mm 的平行端面。接着,对于该试验片,以 200℃/h 的升温速度升温至 1000℃,使切割作业中使用的固定用树脂烧除,冷却至室温(25℃)。对于实施了热处理的试验片,使用热机械分析装置(SII テクノロジー(株)制

TMA6300),以 600℃/h 的速度由室温 (25℃) 升温至 1000℃,基于下式,由此时的试验片的膨胀率来算出热膨胀系数  $[K^{-1}]$

热膨胀系数  $[K^{-1}] = \text{试验片的膨胀率} / 975 [K]$

其中,试验片的膨胀率是指

(升温至 1000℃时试验片的挤出方向的长度 - 升温前 (25℃) 的试验片的挤出方向的长度) / (升温前 (25℃) 的试验片的挤出方向的长度)。

[0095] (4) 开气孔率

通过根据 JIS R1634 的采用了水中浸渍的阿基米德法,测定钛酸铝系陶瓷体的水中重量  $M_2(g)$ 、饱水重量  $M_3(g)$  和干燥重量  $M_1(g)$ ,通过下式算出开气孔率。

[0096] 开气孔率 (%) =  $100 \times (M_3 - M_1) / (M_3 - M_2)$

(5) 细孔径

粉碎 0.4g 钛酸铝系陶瓷体,将得到的约 2mm 见方的小片在 120℃ 下于空气中干燥 4 小时后,测定至细孔半径测定范围  $0.001 \sim 100.0 \mu m$ 。将以细孔容积基准观察时表现出最大频率的细孔半径的 2 倍的值作为细孔径 (模径 ((モード径)))。测定装置使用 Micromeritics 社制的“オートポア III9420”。

[0097] (6) 原料粉末的粒径分布

原料粉末的平均粒径 [对应于以体积基准计累积百分率 50% 的粒径 (D50)]、和对应于以体积基准计累积百分率 10% 的粒径 (D10)、对应于累积百分率 90% 的粒径 (D90) 使用激光衍射式粒度分布测定装置 [日机装社制“Microtrac HRA(X-100)”] 来进行测定。

[0098] <比较例 1>

作为原料粉末,使用以下的原料粉末。下述原料粉末的投料组成,以氧化铝  $[Al_2O_3]$ 、二氧化钛  $[TiO_2]$ 、氧化镁  $[MgO]$  和二氧化硅  $[SiO_2]$  换算的质量比计,为  $[Al_2O_3]/[TiO_2]/[MgO]/[SiO_2] = 47\%/47\%/2\%/4\%$ 。

[0099] (1) 铝源粉末

D50 为  $29 \mu m$  的氧化铝粉末 ( $\alpha$ -氧化铝粉末) 47 质量份

(2) 钛源粉末

D50 为  $0.5 \mu m$  的氧化钛粉末 (金红石型结晶) 47 质量份

(3) 镁源粉末

D50 为  $2.5 \mu m$  的氧化镁粉末 2 质量份

(4) 硅源粉末

D50 为  $5.4 \mu m$  的玻璃料 (タカラスタンダード社制“CK0160M1”、 $SiO_2$  分 70%) 4 质量份

向包含上述铝源粉末、钛源粉末、镁源粉末和硅源粉末的混合物中,相对于该混合物 100 质量份,加入 14 质量份作为造孔剂的马铃薯淀粉、9 质量份作为粘合剂的甲基纤维素、5 质量份作为表面活性剂的聚氧化烯烷基醚以及 0.5 质量份作为润滑剂的甘油,进而加入 32 质量份作为分散介质的水后,使用混炼机进行混炼,由此调制成型用粘土。接着将该成型用粘土挤出成型,由此制作蜂窝形状的成型体。将得到的成型体在大气气氛下、在 1500℃ 烧成 5 小时,由此得到蜂窝形状的钛酸铝系陶瓷体。

[0100] 所得钛酸铝系陶瓷体的三点弯曲强度为 1.5MPa, AT 化率为 100%,热膨胀系数为

$2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , 开气孔率为 45%, 细孔径为  $15 \mu\text{m}$ 。

[0101] <实施例 1>

使用辊式磨碎机 (辊间距 2mm) 将上述比较例 1 中得到的钛酸铝系陶瓷体进行粗粉碎, 将所得粗粉碎物 500g 与氧化铝球 [直径 15mm] 5kg 一起加入到氧化铝制粉碎容器 [内容积 3.3L] 中。然后利用振荡磨使粉碎容器在振幅 5.4mm、振动数 1760 次/分钟、动力 5.4kW 的条件下振动 6 分钟, 由此将粉碎容器内的粗粉碎物粉碎, 得到粉碎物。利用网孔为  $63 \mu\text{m}$  的筛将所得粉碎物进行筛分, 回收筛下的粉末。该粉末的平均粒径为  $23 \mu\text{m}$ 。此外, 对应于以体积基准计累积百分率 90% 的粒径 (D90) 与对应于以体积基准计累积百分率 10% 的粒径 (D10) 的比例 D90/D10 为 4.7。

[0102] 接着, 对于上述回收粉末 9 质量份, 加入与比较例 1 同样的上述 (1) 氧化铝粉末 42 质量份、与比较例 1 同样的上述 (2) 氧化钛粉末 42 质量份、与比较例 1 同样的上述 (3) 氧化镁粉末 2 质量份、与比较例 1 同样的上述 (4) 玻璃料 4 质量份, 同时加入作为造孔剂的马铃薯淀粉 14 质量份、作为粘合剂的甲基纤维素 9 质量份、作为表面活性剂的聚氧化烯烷基醚 5 质量份、和作为润滑剂的甘油 0.5 质量份, 进而加入作为分散介质的水 32 质量份后, 使用混炼机进行混炼, 由此来调制再生粘土。接着, 通过将该再生粘土进行挤出成型, 制作蜂窝形状的成型体。通过将所得成型体在大气气氛下、在  $1500^\circ\text{C}$  烧成 5 小时, 得到蜂窝形状的钛酸铝系陶瓷体。

[0103] 所得钛酸铝系陶瓷体的三点弯曲强度为 1.8MPa, AT 化率为 100%, 热膨胀系数为  $1 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , 开气孔率为 45%, 细孔径为  $16 \mu\text{m}$ 。此外, 将所得钛酸铝系陶瓷用组成式  $\text{Al}_{2(1-x)}\text{Mg}_x\text{Ti}_{(1+x)}\text{O}_5$  表示时的 x 的值为 0.12。

[0104] 应该认为在此公开的实施方式和实施例在所有方面都是列举, 而非限制性的内容。应当理解为本发明的范围不是由上述的说明, 而是由权利要求表示, 包括在与权利要求均等的意思和范围内的所有的变更。

[0105] 产业实用性

利用本发明得到钛酸铝系陶瓷体由于具有优异的机械强度和热特性, 因此除了适宜用于 DPF 等的废气过滤器以外, 还适宜用于例如用于啤酒等饮食品的过滤的过滤器; 用于使石油精制时产生的气体成分 (例如一氧化碳、二氧化碳、氮、氧等) 选择性透过的选择透过过滤器; 坩埚、承烧板、烧盆、炉材等的烧成炉用具; 催化剂载体; 基板、电容器等的电子部件等。