

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102557593 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201010598565. 6

(22) 申请日 2010. 12. 21

(71) 申请人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市兰工坪 287 号

(72) 发明人 喇培清 鞠倩 卢学峰 魏玉鹏

郭鑫 王鸿鼎

(74) 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任  
公司 62102

代理人 董斌

(51) Int. Cl.

C04B 35/10 (2006. 01)

C04B 35/44 (2006. 01)

C04B 35/505 (2006. 01)

C04B 35/622 (2006. 01)

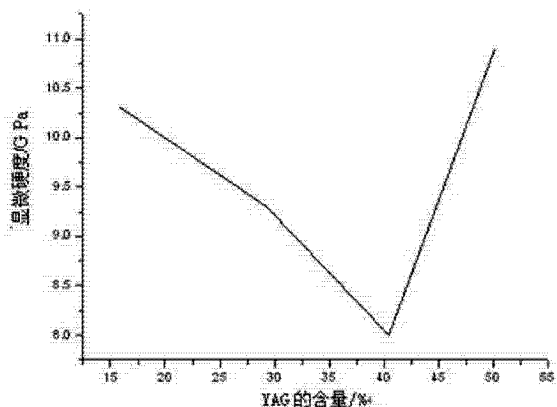
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料及其制备方法

(57) 摘要

YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>复相陶瓷材料及其制备方法,按质量百分比计,其复相陶瓷材料的组分为:YAG为5~70%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为95%~30%;复相陶瓷材料的制备方法的步骤为:(1)称取:Al14.68~15.59%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>73.02~46.12%、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>2.33~38.29%;(2)将反应物料置于模具中进行压力成型;将块状物料吹去浮粉后,在其表面上引燃剂后装入反应器中;(3)在室温下,向反应器中充入1~2MPa氩气,2分钟后排气,使反应物料处在氩气气氛保护中;(4)进行加热,当反应容器的温度升到180~200℃时再次排气,之后充入3~7MPa的氩气继续加热;当反应容器内温度达到250℃~300℃时引燃剂燃烧,引发铝热反应,生成物在氩气保护下随炉冷却至室温,除去生成物中的Fe,就得到了复相陶瓷材料。



1. YAG/  $\text{Al}_2\text{O}_3$  复相陶瓷材料,按质量百分比计,其组分为:YAG 为 5 ~ 70%, $\text{Al}_2\text{O}_3$  为 95% ~ 30%。

2. 根据权利要求 1 所述的 YAG/  $\text{Al}_2\text{O}_3$  复相陶瓷材料,其维氏硬度为 8.0 ~ 13.4 GPa,断裂韧性为 1.77 ~ 2.33  $\text{MPa}/\text{m}^{1/2}$ ,致密度为 91.9 ~ 99.7%。

3. YAG/  $\text{Al}_2\text{O}_3$  复相陶瓷材料的制备方法,其步骤为:

(1) 按照质量百分比,称取:Al 4.68 ~ 15.59%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  73.02 ~ 46.12%、 $\text{Y}_2\text{O}_3$  2.33 ~ 38.29%;

(2) 将混合均匀的反应物料置于模具中进行压力成型;将成型好的块状物料吹去浮粉后,在其表面放上引燃剂后装入反应器中;

(3) 在室温下,向反应器中充入 1 ~ 2MPa 氩气,2 分钟后排气,使反应物料处在氩气气氛保护中;

(4) 进行加热,当反应容器的温度升到 180 ~ 200 $^\circ\text{C}$ 时再次排气,之后充入 3 ~ 7MPa 的氩气继续加热;当反应容器内温度达到 250 $^\circ\text{C}$  ~ 300 $^\circ\text{C}$ 时引燃剂燃烧,引发铝热反应,释放出大量的热,生成物在氩气保护下随炉冷却至室温,除去生成物中的 Fe,就得到了 YAG/  $\text{Al}_2\text{O}_3$  复相陶瓷材料。

## YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明叙述了一种 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料的制备方法。

### 背景技术

[0002] 作为高温结构陶瓷, YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料是备受瞩目的新型热机材料, 其克服了 SiC 和 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等非氧化物陶瓷在高温情况下的强烈的氧化行为, 适合于高温长时间的工作。目前, 制备 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料的方法一般分为两步: 首先, 制备 YAG(Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>) 纳米粉或前驱体粉体; 然后, 经高温烧结成复相陶瓷材料。由于 YAG 纳米粉或前驱体粉体的制备方法复杂且不适于大规模生产。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料及其制备方法。

[0004] 本发明是 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料及其制备方法, YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料, 按质量百分比计, 其组分为: YAG 为 5 ~ 70%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为 95% ~ 30%。

[0005] YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料的制备方法, 其步骤为:

(1) 按照质量百分比, 称取: Al 4.68 ~ 15.59%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 73.02 ~ 46.12%、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.33 ~ 38.29%;

(2) 将混合均匀的反应物料置于模具中进行压力成型; 将成型好的块状物料吹去浮粉后, 在其表面放上引燃剂后装入反应器中;

(3) 在室温下, 向反应器中充入 1 ~ 2MPa 氩气, 2 分钟后排气, 使反应物料处在氩气气氛保护中;

(4) 进行加热, 当反应容器的温度升到 180 ~ 200℃ 时再次排气, 之后充入 3 ~ 7MPa 的氩气继续加热; 当反应容器内温度达到 250℃ ~ 300℃ 时引燃剂燃烧, 引发铝热反应, 释放出大量的热, 生成物在氩气保护下随炉冷却至室温, 除去生成物中的 Fe, 就得到了 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料。

[0006] 本发明的有益效果是, 将现有制备方法的两步简化, 制备流程简单, 适于工业化生产。

[0007] 对得到的实验样品进行了光学显微分析、XRD 分析、SEM 分析、致密度检测、力学性能测试。

### 附图说明

[0008] 图 1 是本发明的复合材料的显微硬度曲线, 图 2 是断裂韧性曲线, 图 3 是致密度曲线。

### 具体实施方式

[0009] 实施例 1:

按质量百分比 Al :24. 12、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :71. 33、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :4. 56 称取原料粉末 ;然后将称量好的原料粉体装入不锈钢球磨罐,在行星式球磨机中混合均匀,球磨时间为 16 小时,转速为 150r/min,球料比为 1:2,球磨介质为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 球。然后将混合均匀的反应物料置于配有铜底材的模具中用压力机在 60MPa 的压力下成型 ;将成型好的块状物料吹去浮粉后,在其表面上引燃剂后装入铝热反应容器中 ;在室温下,向反应容器中充入 2MPa 氩气,2 分钟后排气,使反应物料处在氩气气氛保护中 ;然后加热,当反应容器的温度升到 200℃时再次排气,之后充入 7MPa 的氩气继续加热 ;当反应容器内温度达到 298℃时引燃剂燃烧,同时引发第一层物料发生铝热反应,释放出大量的热,此时切断加热电源,使下一层物料在反应放出的大量热的维持下继续反应,直到全部物料反应完,生成 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料。材料中 YAG 的含量为 :15. 94%,其余为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。其性能数据为 :显微硬度为 10. 3GPa,断裂韧性为 2. 33MPa/m<sup>1/2</sup>,致密度为 92. 2%。

#### [0010] 实施例 2 :

按质量百分比 Al :23. 07、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :68. 22、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :8. 71 称取原料粉末 ;然后将称量好的原料粉体装入不锈钢球磨罐,在行星式球磨机中混合均匀,球磨时间为 16 小时,转速为 150r/min,球料比为 1:2,球磨介质为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 球。然后将混合均匀的反应物料置于配有铜底材的模具中用压力机在 60MPa 的压力下成型 ;将成型好的块状物料吹去浮粉后,在其表面上引燃剂后装入铝热反应容器中 ;在室温下,向反应容器中充入 2MPa 氩气,2 分钟后排气,使反应物料处在氩气气氛保护中 ;然后加热,当反应容器的温度升到 200℃时再次排气,之后充入 7MPa 的氩气继续加热 ;当反应容器内温度达到 302℃时引燃剂燃烧,同时引发第一层物料发生铝热反应,释放出大量的热,此时切断加热电源,使下一层物料在反应放出的大量热的维持下继续反应,直到全部物料反应完,生成 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料。材料中 YAG 的含量为 :29. 21%,其余为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。其性能数据为 :显微硬度为 9. 3GPa,断裂韧性为 2. 32MPa/m<sup>1/2</sup>,致密度为 94. 1%。

#### [0011] 实施例 3 :

按质量百分比 Al :22. 10、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :65. 37、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :12. 52 称取原料粉末 ;然后将称量好的原料粉体装入不锈钢球磨罐,在行星式球磨机中混合均匀,球磨时间为 16 小时,转速为 150r/min,球料比为 1:2,球磨介质为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 球。然后将混合均匀的反应物料置于配有铜底材的模具中用压力机在 60MPa 的压力下成型 ;将成型好的块状物料吹去浮粉后,在其表面上引燃剂后装入铝热反应容器中 ;在室温下,向反应容器中充入 2MPa 氩气,2 分钟后排气,使反应物料处在氩气气氛保护中 ;然后加热,当反应容器的温度升到 200℃时再次排气,之后充入 7MPa 的氩气继续加热 ;当反应容器内温度达到 306℃时引燃剂燃烧,同时引发第一层物料发生铝热反应,释放出大量的热,此时切断加热电源,使下一层物料在反应放出的大量热的维持下继续反应,直到全部物料反应完,生成 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料。材料中 YAG 的含量为 :40. 45%,其余为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。其性能数据为 :显微硬度为 8. 0GPa,断裂韧性为 2. 26MPa/m<sup>1/2</sup>,致密度为 93. 7%。

#### [0012] 实施例 4 :

按质量百分比 Al :21. 22、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :62. 75、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :16. 03 称取原料粉末 ;然后将称量好的原料粉体装入不锈钢球磨罐,在行星式球磨机中混合均匀,球磨时间为 16 小时,转速为 150r/min,球料比为 1:2,球磨介质为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 球。然后将混合均匀的反应物料置于配有铜底材

的模具中用压力机在 60MPa 的压力下成型；将成型好的块状物料吹去浮粉后，在其表面上引燃剂后装入铝热反应容器中；在室温下，向反应容器中充入 2MPa 氩气，2 分钟后排气，使反应物料处在氩气气氛保护中；然后加热，当反应容器的温度升到 200℃ 时再次排气，之后充入 7MPa 的氩气继续加热；当反应容器内温度达到 287℃ 时引燃剂燃烧，同时引发第一层物料发生铝热反应，释放出大量的热，此时切断加热电源，使下一层物料在反应放出的大量热的维持下继续反应，直到全部物料反应完，生成 YAG/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 复相陶瓷材料。材料中 YAG 的含量为：50.10%，其余为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。其性能数据为：显微硬度为 10.9GPa，断裂韧性为 2.27MPa/m<sup>1/2</sup>，致密度为 99.7%。

[0013] 将以上 4 个实施例中的 YAG 的含量与显微硬度、断裂韧性、致密度分别绘制曲线图：图 1、图 2、图 3。从图中可看出其性能：显微硬度均在 8.0-13.4 GPa 之间、断裂韧性均在 1.77-2.33 MPa/m<sup>1/2</sup> 之间、致密度均在 91.9-99.7% 之间。

[0014] 对得到的实验样品进行了光学显微分析、XRD 分析、SEM 分析、致密度检测、力学性能测试。

[0015] 本发明的一些性能如下表：

硬度在 HBRVU-187.5 型布洛维氏光学硬度计上测定，其测试条件为：载荷 4.9N，加载持续时间 12s；断裂韧性采用压痕法、根据维氏硬度值计算得到，致密度采用阿基米德排水法测得。

项目	显微硬度 (GPa)	断裂韧性 (MPa/m <sup>1/2</sup> )	致密度 (%)
数值	8.0-13.4	1.77-2.33	91.9-99.7

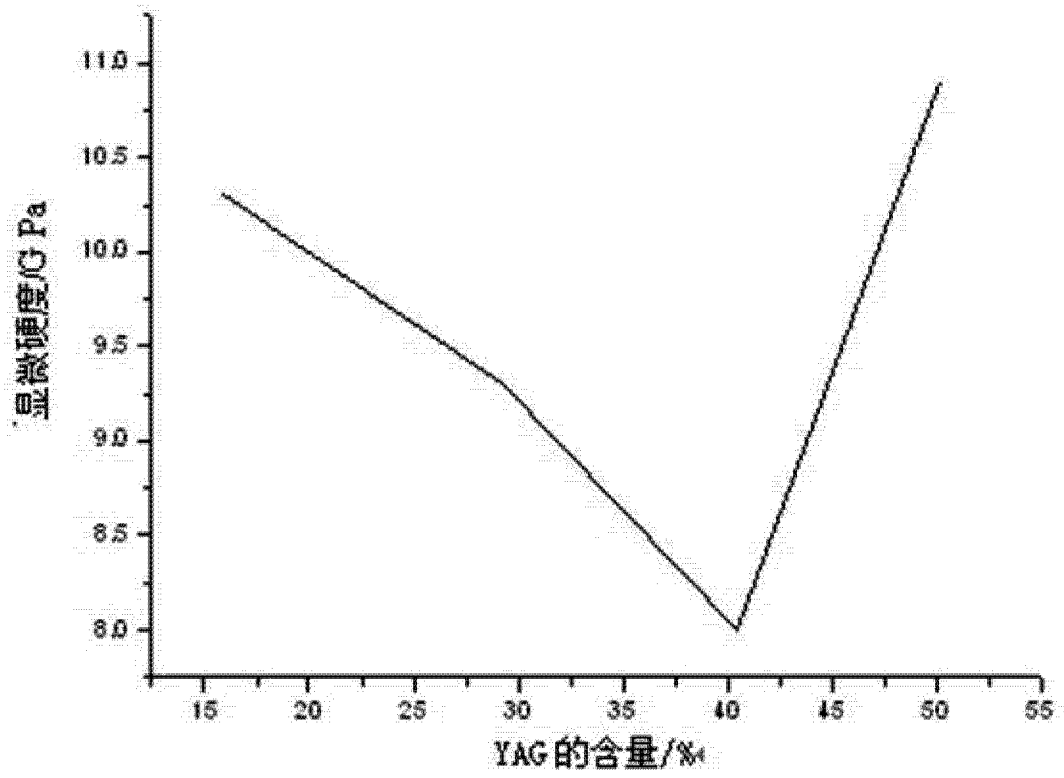


图 1

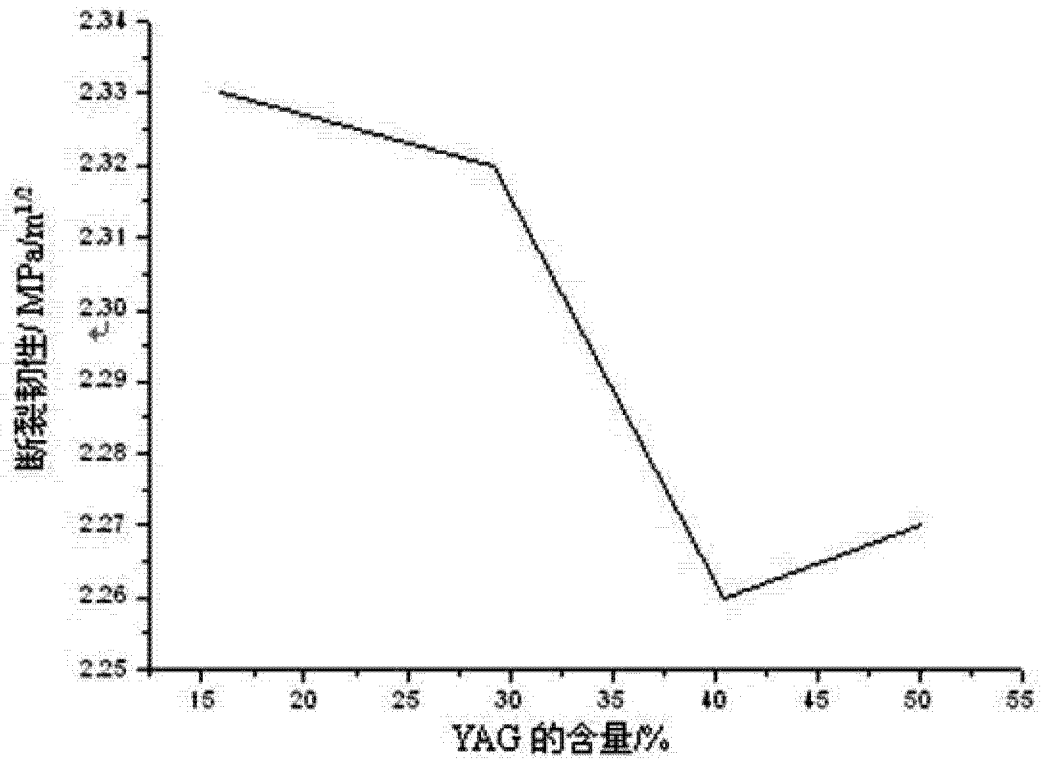


图 2

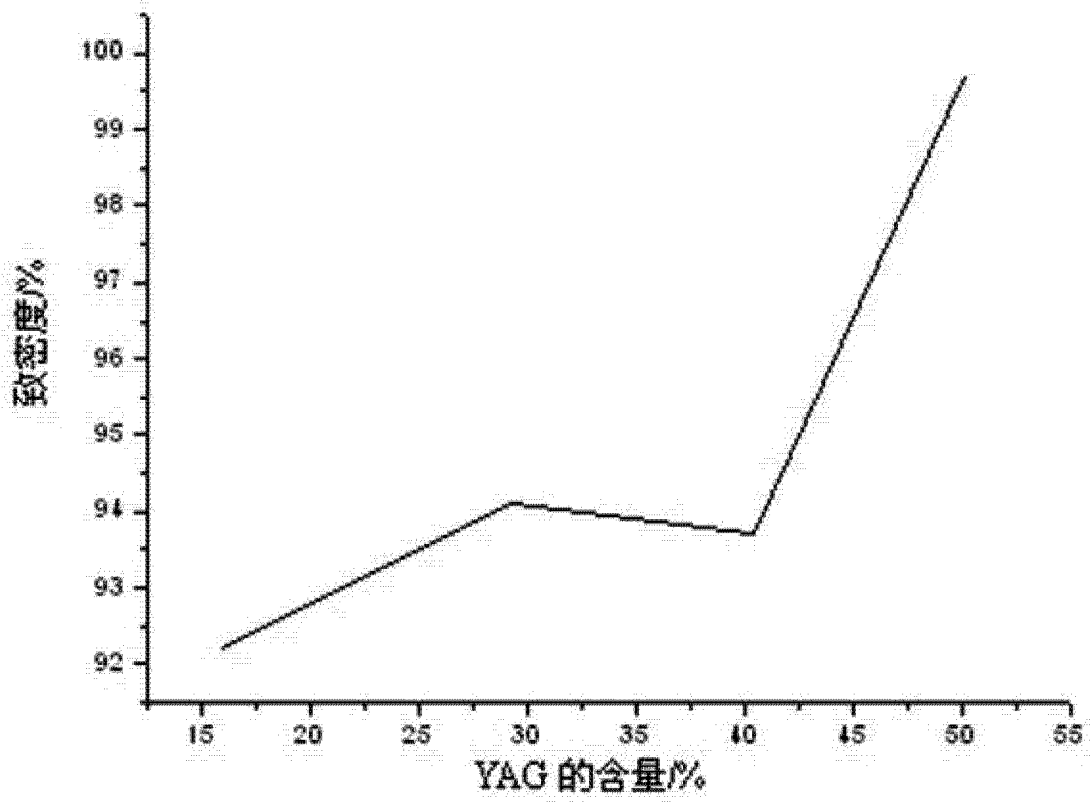


图 3