



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101386546 B

(45) 授权公告日 2012.12.26

(21) 申请号 200810199121.8

(22) 申请日 2008.10.14

(73) 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 覃业霞 邓飞其

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

C04B 35/66 (2006.01)

B22C 1/00 (2006.01)

C04B 35/10 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5022920 A, 1991.06.11, 全文.

CN 1252397 A, 2000.05.10, 全文.

CN 1226536 A, 1999.08.25, 全文.

SU 1555041 A1, 1990.04.07, 全文.

WO 2007/126895 A1, 2007.11.08, 全文.

US 2004/0222572 A1, 2004.11.11, 全文.

审查员 李贵佳

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯及其制
备方法

(57) 摘要

本发明提供了精铸用自反应氧化铝基复合陶
瓷型芯及其制备方法,该复合陶瓷型芯是由刚玉
粉及原位合成的钛酸铝、二钛酸镁和莫来石组成,
所述复合陶瓷型芯由下列重量配比的原料制成:
不同粒度的刚玉粉 70~85%,氧化镁粉 0~2%,
二氧化钛粉 8~20%,蓝晶石粉 6~10%,并加入
占该四种原料总质量的 1~3%的碳粉作为易溃
散剂。所述方法将上述前述原料混合,干压成形后
高温烧制而成。本发明氧化铝基体中添加其他原
料,所制备的陶瓷型芯高温化学稳定性和热稳定
性良好;热膨胀系数较低;烧结后收缩率小,室温
和高温强度均满足精密铸造用陶瓷型芯的要求。

1. 精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯,其特征在于:该复合陶瓷型芯是由刚玉粉及原位合成的钛酸铝、二钛酸镁和莫来石组成,所述复合陶瓷型芯由下列重量配比的原料制成:不同粒度的刚玉粉 70 ~ 85%,氧化镁粉 0 ~ 2%,二氧化钛粉 8 ~ 20%,蓝晶石粉 6 ~ 10%,并加入占该四种原料总质量的 1 ~ 3%的碳粉作为易溃散剂,所述氧化镁粉的重量比不为 0;所述不同粒度的刚玉粉中粗粒、中粒和细粒的重量比为:粗粒:中粒:细粒=1:2:1,所述粗粒粒度为 200 ~ 800 μm ,中粒粒度为 7 ~ 25 μm ,细粒粒度为 0.5 ~ 6 μm ,且至少有占总刚玉粉 1wt%的刚玉微粉,粒子平均尺寸在 0.75 ~ 3 μm ;所述蓝晶石粉中氧化铝含量大于 60wt%, Fe_2O_3 含量小于 1.5wt%, TiO_2 含量小于 2wt%,所述蓝晶石粉的耐火度高于 1825 $^\circ\text{C}$;所述氧化镁粉的原料要求为:氧化镁含量大于 98wt%,碱性物杂质含量小于 0.2wt%,氧化镁粉粒度为小于 0.08mm;所述二氧化钛粉的原料要求为:二氧化钛含量大于 99wt%,碱性物杂质含量小于 0.2wt%,二氧化钛粉粒度为小于 0.05mm;所述复合陶瓷型芯由如下步骤制得:

(1) 将所述不同粒度刚玉粉首先混合均匀,然后和所述氧化镁粉、蓝晶石粉、二氧化钛粉、碳粉一起加入混合机械中混合,混合好后的物料经过干压成形;

(2) 将上述成形好的坯料置于高温烧结炉中烧结,烧结时加热升温的过程为连续升温的过程,升温速度控制在 180 ~ 200 $^\circ\text{C}$ / 小时,升温至 1350 ~ 1550 $^\circ\text{C}$ 并在该温度范围下保温 5 ~ 10 小时,然后随炉冷却。

2. 权利要求 1 所述的精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯的制备方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 将所述不同粒度刚玉粉首先混合均匀,然后和所述氧化镁粉、蓝晶石粉、二氧化钛粉、碳粉一起加入混合机械中混合,混合好后的物料经过干压成形;

(2) 将上述成形好的坯料置于高温烧结炉中烧结,烧结时加热升温的过程为连续升温的过程,升温速度控制在 180 ~ 200 $^\circ\text{C}$ / 小时,升温至 1350 ~ 1550 $^\circ\text{C}$ 并在该温度范围下保温 5 ~ 10 小时,然后随炉冷却。

精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及耐火陶瓷材料领域,具体涉及一种精密铸造用陶瓷型芯,主要用于形成新一代燃气轮机高效冷却空心叶片的空心内腔。

背景技术

[0002] 现代航空发动机迫切需要提高燃气涡轮发动机的工作性能,首先是提高涡轮的燃气温度,它决定了动力装置的有效功率的实际提高,如燃气温度从 1200℃ 提高到 1350℃,油耗率可降低 8%。新一代高效燃气轮机涡轮高效冷却空心叶片不断发展,叶片的冷却结构已由传统的对流、回流、撞击孔、气膜冷却等方式发展到目前的高效发散气冷方式,目前先进的发动机涡轮前温度要达到 1757℃。

[0003] 熔模铸造用型芯除与常规铸造一样,受金属液包围,工况条件恶劣外,还需经受脱蜡和焙烧的作用。为此,型芯应满足下列要求:耐火度高,热膨胀率低、尺寸稳定,足够的强度,化学稳定性好,易脱除。

[0004] 氧化硅基陶瓷型芯主要用于铸造浇注温度较低的柱晶叶片,当使用温度高于 1550℃ 时(例如单晶铸造),硅基陶瓷型芯高温稳定性下降,易于蠕变变形,且合金中活性元素 (Al、Hf、C) 剧烈吸附于其表面,使其应用受到了限制。氧化铝(刚玉)是优良的高温固体材料,其熔点高达 2054℃,强度高,化学稳定性好,是一种很有应用前景的陶瓷型芯基体材料。对于氧化铝基的型芯而言,由于氧化铝自身所具有的高耐火度、高的化学稳定性、热稳定性等特点,使其作为型芯提供了性能保障。

[0005] 迄今,国外氧化铝基陶瓷型芯已可满足单晶和共晶浇注条件,前苏联自 20 世纪 70 年代起就将氧化铝陶瓷型芯应用于生产单晶空心叶片,在氧化铝陶瓷型芯的研究和应用方面走在了世界前列。英、美等国在定向和单晶叶片生产上虽然多用硅基陶芯,但在复杂薄壁的单晶叶片及共晶叶片上也已使用氧化铝陶瓷型芯。

[0006] 现在国外已经有一些公司专业生产陶瓷型芯,可供军品和民品生产,经过数十年的发展,其型芯产品已形成专业化、规模化经营,一些相关联的原辅材料、设备等品种齐全、品质优良、性能稳定,为陶瓷型芯的发展提供了优越的外部条件。从原材料控制、制备工艺、检测手段和性能测试各方面都具备了一整套的执行标准。由于电脑的广泛介入,使陶瓷型芯的复杂程度、精度和光洁度得到了极大提高,生产过程中各项参数控制更加精确,保证了高水平商业化的陶瓷型芯生产。同时各种辅助设备如激光修芯机的应用极大地提高了生产效率和型芯合格率。在我国,氧化铝陶瓷型芯的研制只是在近几年刚刚起步,除个别航空工厂外,大部分的精铸厂还不能生产具有复杂内腔的精密铸件。同时还没有出现商品化的陶瓷型芯供应商,生产设备比较简单,工艺参数不能得到准确控制,其差距与国外相比是显而易见的。

[0007] 高效气冷叶片的出现将使型芯的制造成为关键技术。高效气冷叶片与传统叶片相比较,冷却结构更为复杂、叶片壁厚更薄。这将使型芯的制造工艺更复杂,尺寸更小,对性能的要求更高。为适应这种变化,研究能在更苛刻环境下使用的复合陶瓷型芯势在必行。复

合陶瓷较单一组分陶瓷能提高断裂强度、断裂韧性及耐高温性能,并能降低烧结温度和高温挠度,这些性能的提高对复杂细微结构的陶瓷型芯非常有利。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有技术存在的上述不足,提供一种精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯,该复合陶瓷型芯适用于新一代高效燃气轮机涡轮高效冷却空心叶片精密铸造,具有耐高温、高温化学稳定性和相稳定性良好、尺寸稳定性高、耐冲击、易脱除的优点。

[0009] 本发明所述的精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯,由刚玉粉及原位合成的钛酸铝、二钛酸镁和莫来石组成,所述复合陶瓷型芯由下列重量配比的原料制成:不同粒度的刚玉粉 70 ~ 85%,氧化镁粉 0 ~ 2%,二氧化钛粉 8 ~ 20%,蓝晶石粉 6 ~ 10%,并加入占该四种原料总质量的 1 ~ 3%的碳粉作为易溃散剂。

[0010] 上述精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯中,所述不同粒度的刚玉粉中粗粒、中粒和细粒的重量比为:粗粒:中粒:细粒 = 1:2:1,所述粗粒粒度为 200 ~ 800 μm ,中粒粒度为 7 ~ 25 μm ,细粒粒度为 0.5 ~ 6 μm ,且至少有占总刚玉粉 1wt%的刚玉微粉,粒子平均尺寸在 0.75 ~ 3 μm 。

[0011] 所述蓝晶石粉中氧化铝含量大于 60wt%, Fe_2O_3 含量小于 1.5wt%, TiO_2 含量小于 2wt%,所述蓝晶石粉的耐火度高于 1825 $^\circ\text{C}$ 。所述氧化镁粉的原料要求为:氧化镁含量大于 98wt%,碱性物杂质含量小于 0.2wt%,氧化镁粉粒度为小于 0.08mm。所述二氧化钛粉的原料要求为:二氧化钛含量大于 99wt%,碱性物杂质含量小于 0.2wt%,二氧化钛粉粒度为小于 0.05mm。

[0012] 本发明还提供了上述精铸用自反应氧化铝基复合陶瓷型芯的制备方法,其步骤如下:

[0013] (1) 将所述不同粒度的氧化铝基体即刚玉粉首先混合均匀,然后和所述氧化镁粉、蓝晶石粉、二氧化钛粉、碳粉一起加入混合机械中混合,混合好后的物料经过干压成形;

[0014] (2) 将上述成形好的坯料置于高温烧结炉中烧结,烧结时加热升温的过程为连续升温的过程,升温速度控制在 180 ~ 200 $^\circ\text{C}$ / 小时,升温至 1350 ~ 1550 $^\circ\text{C}$ 并在该温度范围下保温 5 ~ 10 小时,然后随炉冷却。

[0015] 上述方法中,在步骤 (2) 的烧结过程中蓝晶石粉分解生成莫来石和二氧化硅,二氧化硅再和刚玉微粉在型芯烧结过程中通过原位反应生成莫来石;型芯烧结时,刚玉微粉分别和二氧化钛粉、氧化镁粉原位合成钛酸铝、二钛酸镁第二相。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有如下优点和效果:所提出的氧化铝基复合陶瓷型芯,利用钛酸铝高熔点,接近于零膨胀系数,低的导热系数,抗热震性好等优点的特点,利用原位合成工艺在型芯烧结过程中自身合成的与钛酸铝晶型相同的二钛酸镁,以及高温性能优良的莫来石,二者通过与钛酸铝形成固溶体以抑制钛酸铝中温域分解,并满足复合陶瓷型芯的力学性能。本发明在氧化铝基体中添加一定的添加剂,可以在相对较低的温度下烧结并获得一定强度,通过原位反应生成的钛酸铝、莫来石来提高氧化铝基复合陶瓷型芯的高温抗热震和高温蠕变性能。本发明在氧化铝基体中所添加的添加剂可降低陶瓷型芯的烧结温度,而且烧结过程中原位合成的这些第二相可以提高氧化铝基复合陶瓷型芯的抗热震性

能、高温蠕变性能等。所制得的陶瓷型芯收缩率小，室温和高温强度均满足精密铸造用陶瓷型芯的要求；高温化学稳定性和热稳定性良好；热膨胀系数较低。本发明提供的原料配比内的原料经适宜的烧结制度烧结后，几乎没有高温蠕变。

具体实施方式

[0017] 下面结合实例对本发明作进一步的说明。

[0018] 实施例 1

[0019] 本发明所述的精密铸造用原位合成氧化铝基复合陶瓷型芯，原料配料重量百分比组成为：

[0020] 刚玉粉 85%、蓝晶石粉 6%、氧化镁粉 1%、二氧化钛粉 8%，外加前述原料质量 2% 碳粉作为易溃散剂。

[0021] 其中刚玉粉由不同粒度配比：粗粒：中粒：细粒 = 1:2:1 的粉料组成。

[0022] 将不同粒度配比刚玉粉混合均匀，后与氧化镁粉、二氧化钛粉、蓝晶石粉和碳粉混合均匀，压制成形后在 1350 ~ 1550℃ 温度下保温 5 ~ 10 小时，随炉冷却后得到本发明陶瓷型芯坯料。

[0023] 将饱和 NaOH 溶液煮沸，把陶瓷型芯放在其中煮 1 ~ 3 小时，并辅以高压水冲，型芯溃散。

[0024] 实施例 2

[0025] 本发明所述的精密铸造用原位合成氧化铝基复合陶瓷型芯，原料配料重量百分比组成为：

[0026] 刚玉粉 70%、蓝晶石粉 10%、氧化镁粉 0%、二氧化钛粉 20%，外加前述原料质量 2% 碳粉作为易溃散剂。

[0027] 其中刚玉粉由不同粒度配比：粗粒：中粒：细粒 = 1:2:1 的粉料组成。

[0028] 将不同粒度配比刚玉粉混合均匀，后与氧化镁粉、二氧化钛粉、蓝晶石粉和碳粉混合均匀，压制成形后在 1350 ~ 1550℃ 温度下保温 5 ~ 10 小时，随炉冷却后得到本发明陶瓷型芯坯料。

[0029] 将饱和 NaOH 溶液煮沸，把陶瓷型芯放在其中煮 1 ~ 3 小时，并辅以高压水冲，型芯溃散。

[0030] 实施例 3

[0031] 本发明所述的精密铸造用原位合成氧化铝基复合陶瓷型芯，原料配料重量百分比组成为：

[0032] 刚玉粉 75%、蓝晶石粉 8%、氧化镁粉 2%、二氧化钛粉 15%，外加前述原料质量 2% 碳粉作为易溃散剂。

[0033] 其中刚玉粉由不同粒度配比：粗粒：中粒：细粒 = 1:2:1 的粉料组成。

[0034] 将不同粒度配比刚玉粉混合均匀，后与氧化镁粉、二氧化钛粉、蓝晶石粉和碳粉混合均匀，压制成形后在 1350 ~ 1550℃ 温度下保温 5 ~ 10 小时，随炉冷却后得到本发明陶瓷型芯坯料。

[0035] 将饱和 NaOH 溶液煮沸，把陶瓷型芯放在其中煮 1 ~ 3 小时，并辅以高压水冲，型芯溃散。

[0036] 实施例 4

[0037] 本发明所述的精密铸造用原位合成氧化铝基复合陶瓷型芯,原料配料重量百分比组成为:

[0038] 刚玉粉 83.6%、蓝晶石粉 7.6%、氧化镁粉 0%、二氧化钛粉 8.8%,外加前述原料质量 2%碳粉作为易溃散剂。

[0039] 其中刚玉粉由不同粒度配比:粗粒:中粒:细粒=1:2:1的粉料组成。

[0040] 将不同粒度配比刚玉粉混合均匀,后与氧化镁粉、二氧化钛粉、蓝晶石粉和碳粉混合均匀,压制成形后在 1350~1550℃温度下保温 5~10 小时,随炉冷却后得到本发明陶瓷型芯坯料。

[0041] 将饱和 NaOH 溶液煮沸,把陶瓷型芯放在其中煮 1~3 小时,并辅以高压水冲,型芯溃散。

[0042] 实施例 5

[0043] 本发明所述的精密铸造用原位合成氧化铝基复合陶瓷型芯,原料配料重量百分比组成为:

[0044] 刚玉粉 73.6%、蓝晶石粉 7.6%、氧化镁粉 2%、二氧化钛粉 16.8%,外加前述原料质量 2%碳粉作为易溃散剂。

[0045] 其中刚玉粉由不同粒度配比:粗粒:中粒:细粒=1:2:1的粉料组成。

[0046] 将不同粒度配比刚玉粉混合均匀,后与氧化镁粉、二氧化钛粉、蓝晶石粉和碳粉混合均匀,压制成形后在 1350~1550℃温度下保温 5~10 小时,随炉冷却后得到本发明陶瓷型芯坯料。

[0047] 将饱和 NaOH 溶液煮沸,把陶瓷型芯放在其中煮 1~3 小时,并辅以高压水冲,型芯溃散。