



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115043647 B

(45) 授权公告日 2023.06.16

(21) 申请号 202210625382.1

(22) 申请日 2022.06.02

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115043647 A

(43) 申请公布日 2022.09.13

(73) 专利权人 山东工业陶瓷研究设计院有限公司

地址 255000 山东省淄博市高新区裕民路
128号

(72) 发明人 李伶 屈忠宝 王守兴 毕鲁南
王营营

(74) 专利代理机构 深圳市育科知识产权代理有限公司 44509
专利代理师 洪秀凤

(51) Int.Cl.

C04B 35/10 (2006.01)

C04B 35/622 (2006.01)

C04B 35/63 (2006.01)

C04B 35/634 (2006.01)

C04B 41/88 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109020603 A, 2018.12.18

CN 109049267 A, 2018.12.21

审查员 罗伦

权利要求书2页 说明书7页

(54) 发明名称

一种陶瓷复合金属材料制备方法

(57) 摘要

一种陶瓷复合金属材料制备方法,包括以下步骤:制备陶瓷颗粒;配制复合粘结剂,所述复合粘结剂包括石蜡;将所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体;将所述陶瓷骨架坯体进行热处理得到陶瓷骨架预制体,所述陶瓷骨架预制体具有耐水性能;将所述陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液,浇注后冷却,即得;实现金属相与陶瓷相结合牢固,且在制备过程中陶瓷骨架坯体成型后的后续制备过程中陶瓷颗粒不发生位移。

1. 一种陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
制备陶瓷颗粒;
配制复合粘结剂,所述复合粘结剂包括石蜡;
所述配制复合粘结剂的具体过程为,将所述石蜡分散到水玻璃溶液中,加入硅烷偶联剂,搅拌均匀,得到所述复合粘结剂;
将所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体;
将所述陶瓷骨架坯体进行热处理得到陶瓷骨架预制体,所述陶瓷骨架预制体具有耐水性能;
所述水玻璃溶液中水玻璃的质量分数为30%-35%;所述水玻璃与石蜡的质量比为(55-65):(35-45);所述硅烷偶联剂与石蜡的质量比为(0.2-0.5):(35-45);
所述陶瓷骨架坯体进行热处理的具体过程为,所述陶瓷骨架坯体进行第一段热处理,从室温升温至80℃,升温速率为5-8℃/min,达到80℃后保温1h;
然后进行第二段热处理,从80℃升温至95℃,升温速率为3-5℃/min,达到95℃后保温2h;
然后进行第三段热处理,从95℃升温至120℃,升温速率为1-1.5℃/min,达到120℃后保温30-50min;然后冷却脱模,得到陶瓷骨架预制体;
将所述陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液,浇注后冷却,即得。
2. 根据权利要求1所述的陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,所述制备陶瓷颗粒的具体过程为,将所述陶瓷粉分散到溶剂中得到陶瓷料浆;将所述陶瓷料浆进行造粒、干燥得到初级陶瓷颗粒;
将所述初级陶瓷颗粒经过压制成型得到陶瓷坯体,所述陶瓷坯体进行烧结得到陶瓷基体;
所述陶瓷基体进行粉碎、筛分后得到陶瓷颗粒;
所述陶瓷粉包括氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉;
所述氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉的质量比为(68-72):(23-27):(0.15-0.25):(0.25-0.35):(0.05-0.15):(0.45-0.55):(0.65-0.75)。
3. 根据权利要求1所述的陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,所述配制复合粘结剂的具体过程为,加入氟硅酸钠,所述氟硅酸钠与石蜡的质量比为(0.55-1.3):(35-45);
和/或
所述水玻璃模数为1.5-2.5。
4. 根据权利要求1、3中任意一项所述的陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体的具体过程为,将所述陶瓷颗粒加入混合后的复合粘结剂中搅拌均匀,得到陶瓷骨架前驱体;
将所述陶瓷骨架前驱体倒入第一模具中静置,得到所述陶瓷骨架坯体。
5. 根据权利要求4所述的陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,所述陶瓷颗粒与所述陶瓷骨架前驱体的质量比为100:(105-110)。
6. 根据权利要求4所述的陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,所述陶瓷颗粒大小

为2-3mm;

和/或

所述石蜡粒度为100-300 μm 。

7. 根据权利要求1所述的陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,所述陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液的具体过程为,将所述陶瓷骨架预制体放置于第二模具中,将熔融金属液浇注到第二模具中静置、冷却得到所述的陶瓷复合金属材料。

8. 根据权利要求7所述的陶瓷复合金属材料制备方法,其特征在于,将熔融金属液浇注到第二模具过程中,分段浇注;第一段浇注,将所述熔融金属液浇注到第二模具中,当浇注熔融金属液量达到所需熔融金属液总量的30-40%时,停止浇注,浇注时间为10-20s;

第一段浇注完毕后,静置10-30s进行第二段浇注;

第二段浇注,将所需熔融金属液总量的30-40%浇注到第二模具中,浇注时间为10-20s;

第二段浇注完毕后,静置6-15s进行第三段浇注;

第三段浇注,将所需熔融金属液总量的20-40%浇注到第二模具中,浇注时间为10-20s。

一种陶瓷复合金属材料制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合材料制备的技术领域,尤其是涉及一种陶瓷复合金属材料制备方法领域。

背景技术

[0002] 金属材料具有高的强度与韧性,在工业生产各个领域广泛应用;但在高强度高磨损工业生产过程中由于金属材料硬度局限性,导致部分金属部件容易出现磨损,使用寿命降低;金属部件由于硬度与韧性问题,损耗速率快、寿命低。

[0003] 为了解决该问题,人们开始研究各种高耐磨复合材料;现在主要的高耐磨复合材料为陶瓷复合金属材料,但是在陶瓷复合金属制备过程中容易出现陶瓷相与金属相结合不牢固的问题,且存在制备的陶瓷复合金属材料中陶瓷相结构与预设计的结构不同的问题,即存在陶瓷复合金属材料中陶瓷相与金属相分布位置与预设计的位置不同的问题,从而导致陶瓷复合金属材料的性能明显降低;如何实现陶瓷复合金属材料中陶瓷相与金属相结合牢固,且陶瓷相结构与预设计的结构基本相同,陶瓷复合金属材料中陶瓷相与金属相分布位置与预设计的位置相同,成为本领域的技术难题。

发明内容

[0004] 本发明目的在于,如何实现陶瓷复合金属材料中陶瓷相与金属相结合牢固,且陶瓷相与金属相分布位置与预设计的位置基本相同;本发明提供了一种陶瓷复合金属材料制备方法,通过包括以下步骤:制备陶瓷颗粒;配制复合粘结剂,所述复合粘结剂包括石蜡;将所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体,将所述陶瓷骨架坯体进行热处理得到陶瓷骨架预制体;从而实现金属相与陶瓷相结合牢固,且在制备过程中陶瓷骨架坯体成型后,陶瓷骨架坯体中陶瓷颗粒在后续制备过程不发生位移。

[0005] 为实现上述目的,根据本发明提供了一种陶瓷复合金属材料制备方法,包括以下步骤:制备陶瓷颗粒;配制复合粘结剂,所述复合粘结剂包括石蜡;

[0006] 将所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体;将所述陶瓷骨架坯体进行热处理得到陶瓷骨架预制体,所述陶瓷骨架预制体具有耐水性能;将所述陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液,浇注后冷却,即得;所述陶瓷骨架预制体具有多孔道。

[0007] 与现有技术相比,本发明技术方案的有益效果在于,通过将所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体,实现陶瓷骨架具有预设要求的空间,此空间用于填充熔融金属液,实现高致密度陶瓷复合金属材料的制备,且由于金属材料填充到陶瓷材料内,从而有利于提高结合强度;

[0008] 所述复合粘结剂包括石蜡,即能通过热处理得到陶瓷骨架预制体,同时有利于实现所述陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液时,陶瓷骨架中陶瓷颗粒间浸入熔融金属液,实现陶瓷骨架中陶瓷颗粒之间结合金属相,从而有利于提高陶瓷复合金属材料中陶瓷相与金属相之间的结合强度;且由于部分石蜡包覆在陶瓷颗粒和/或陶瓷骨架预制体表面避免了陶

瓷骨架预制体在放置过程中由于吸水出现陶瓷骨架预制体出现变形问题,从而有利于避免陶瓷复合金属材料内部的金属相与陶瓷相分布位置与预设计的位不同,进而实现了陶瓷骨架预制体材料在贮存过程和/或制备过程中结构和预设结构保持一致性。

[0009] 进一步的,所述制备陶瓷颗粒的具体过程为,将所述陶瓷粉分散到溶剂中得到陶瓷料浆;将所述陶瓷料浆进行造粒、干燥得到初级陶瓷颗粒,优选所述陶瓷料浆进行造粒、干燥、筛分、颗粒级配得到初级陶瓷颗粒;将所述初级陶瓷颗粒经过压制成型得到陶瓷坯体,所述陶瓷坯体进行烧结得到陶瓷基体;所述陶瓷基体进行粉碎、筛分后得到陶瓷颗粒;所述陶瓷粉包括氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉;所述氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉的质量比为(68-72):(23-27):(0.15-0.25):(0.25-0.35):(0.05-0.15):(0.45-0.55):(0.65-0.75);

[0010] 所述溶剂为无水乙醇,所述陶瓷料浆中陶瓷粉与溶剂的体积比为(0.98-1.02):(1.98-2.02)。

[0011] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,通过将初级陶瓷颗粒压制成型得到陶瓷坯体然后烧结、粉碎、筛分后得到的陶瓷颗粒,所述陶瓷颗粒中初级陶瓷颗粒之间致密度高,从而实现所述陶瓷颗粒硬度高、耐磨性好;

[0012] 通过陶瓷粉经过造粒得到所述初级陶瓷颗粒,实现初级陶瓷颗粒中存在一定孔隙率,既实现陶瓷颗粒硬度高同时有利于少量熔融金属液浸渍到陶瓷颗粒内,进一步提高陶瓷复合金属材料内陶瓷相与金属相结合强度,且避免了陶瓷复合金属材料内陶瓷相的硬度降低;

[0013] 通过所述陶瓷粉包括氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉;

[0014] 所述碳化硅组分在高温下可以和铁基金属发生化学反应,提高陶瓷和金属润湿性;碳化硅还可以继续提高ZTA陶瓷的力学性能,改善陶瓷的抗热震性;

[0015] 所述氧化锆复合氧化钇粉作为主要增韧相起到提高氧化铝基体断裂韧性;

[0016] 所述氧化硅粉、氧化钛粉作为烧结助剂复配使用,提高烧结后陶瓷的致密性;

[0017] 氧化钙作为稳定剂,防止氧化锆增韧相变时开裂。

[0018] 进一步的,所述配制复合粘结剂的具体过程为,将所述石蜡分散到水玻璃溶液中,加入硅烷偶联剂,搅拌均匀,得到所述复合粘结剂;所述水玻璃溶液中水玻璃的质量分数为30%-35%;所述水玻璃与石蜡的质量比为(55-65):(35-45);所述硅烷偶联剂与石蜡的质量比为(0.2-0.5):(35-45)。

[0019] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,通过所述配制复合粘结剂的具体过程为石蜡分散到水玻璃溶液中,实现所述复合粘结剂与陶瓷颗粒混合后制备的陶瓷骨架坯体中,陶瓷颗粒以及石蜡颗粒之间通过水玻璃粘结得到具有一定强度的陶瓷骨架坯体;

[0020] 同时所述水玻璃固化后存在于陶瓷骨架预制体内的陶瓷颗粒与陶瓷颗粒之间,当进行浇铸时,在高温下水玻璃进一步脱水、脱二氧化碳形成二氧化硅强度增加且体积进一步缩小,进而实现了在石蜡在高温下挥发后而熔融金属未冷却成为固态时陶瓷颗粒之间不发生位移,且不明显降低陶瓷相之间金属相的体积;从而进一步有利于实现陶瓷复合金属材料中陶瓷相与金属相的分布位置与预设计的位置基本相同;

[0021] 通过复合粘结剂中包括硅烷偶联剂,有利于在将所述陶瓷骨架坯体进行热处理得到陶瓷骨架预制体过程中,石蜡熔化后均匀分布到陶瓷颗粒表面。

[0022] 进一步的,其特征在于,所述配制复合粘结剂的具体过程为,加入氟硅酸钠,所述氟硅酸钠与石蜡的质量比(0.55-1.3):(35-45);和/或所述水玻璃模数为1.5-2.5。

[0023] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,通过所述氟硅酸钠有利于降低水玻璃的固化温度,且有利于实现即使在水玻璃模数较低时,能够得到具有一定强度的陶瓷骨架坯体;

[0024] 所述水玻璃模数为1.5-2.5,既能实现陶瓷骨架坯体成型,且能够实现陶瓷骨架预制体在浇注熔融金属液时,生成的二氧化硅强度能够实现在整个浇注过程中陶瓷颗粒不发生位移,且由于水玻璃模数低时,其中二氧化硅含量不高,从而有利于提高陶瓷复合金属材料中金属相的含量。

[0025] 进一步的,所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体的具体过程为,将所述陶瓷颗粒加入混合后的复合粘结剂中搅拌均匀,得到陶瓷骨架前驱体;

[0026] 将所述陶瓷骨架前驱体倒入第一模具中静置得到所述陶瓷骨架坯体;优选所述陶瓷骨架前驱体在所述第一模具中静置后,向第一模具中再加入石蜡颗粒。

[0027] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,通过所述过程实现陶瓷骨架坯体的制备,根据所述第一模具预设的形状,实现具有预设空间的陶瓷骨架坯体的制备,实现陶瓷骨架预制体在浇注过程中,所述熔融金属液进入预设的空间形成金属相;

[0028] 通过优选所述陶瓷骨架前驱体在所述第一模具中静置后,向第一模具中再加入石蜡颗粒,实现所述陶瓷骨架坯体进行热处理得到的陶瓷骨架预制体表面包覆一层石蜡层,从而实现陶瓷骨架预制体强度高,同时进一步有利于避免陶瓷骨架预制体吸潮的问题,进而避免陶瓷骨架预制体吸潮后强度低或产生变形的问题。

[0029] 进一步的,所述陶瓷颗粒与所述陶瓷骨架前驱体的质量比为100:(105-110)。

[0030] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,通过所述陶瓷颗粒与所述陶瓷骨架前驱体的质量比为100:(105-110),既有利于实现陶瓷骨架坯体成型,也有利于实现陶瓷颗粒之间较大空隙;同时避免热处理后的陶瓷骨架预制体由于陶瓷颗粒之间孔隙率较大导致在浇注过程中出现陶瓷颗粒发生位移现象。

[0031] 进一步的,所述陶瓷颗粒大小为2-3mm;和/或所述石蜡粒度为100-300 μm 。

[0032] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,所述陶瓷颗粒大小为2-3mm,有利于实现陶瓷颗粒之间空隙较大,也不会出现热处理后的陶瓷骨架预制体由于陶瓷颗粒之间孔隙率较大导致陶瓷骨架预制体在浇注过程中出现陶瓷颗粒发生位移现象。

[0033] 进一步的,所述陶瓷骨架坯体进行热处理的具体过程为,所述陶瓷骨架坯体进行第一段热处理,从室温升温至80 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为5-8 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到80 $^{\circ}\text{C}$ 后保温1h;

[0034] 然后进行第二段热处理,从80 $^{\circ}\text{C}$ 升温至95 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为3-5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到95 $^{\circ}\text{C}$ 后保温2h;

[0035] 然后进行第三段热处理,从95 $^{\circ}\text{C}$ 升温至120 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为1-1.5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到120 $^{\circ}\text{C}$ 后保温30-50min;

[0036] 然后冷却脱模,得到陶瓷骨架预制体。

[0037] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,通过所述陶瓷骨架坯体进行第一段热

处理,从室温升温至80℃,升温速率为5-8℃/min,达到80℃后保温1h;有利于实现陶瓷骨架坯体中的水分快速挥发,且不会导致石蜡熔化,从而避免水分挥发时,石蜡熔化在陶瓷颗粒之间分散不均匀;

[0038] 通过进行第二段热处理,从80℃升温至95℃,升温速率为3-5℃/min,达到95℃后保温2h;有利于实现陶瓷骨架坯体中水玻璃进行固化,但石蜡只有微量熔化,避免石蜡熔化在陶瓷颗粒之间分散不均匀;

[0039] 通过进行第三段热处理,从95℃升温至120℃,升温速率为1-1.5℃/min,达到120℃后保温30-50min;通过缓慢升温实现石蜡缓慢熔化,均匀分散到陶瓷颗粒表面,从而既有利于实现陶瓷骨架支撑体的高强度,且不会出现陶瓷骨架支撑体中陶瓷颗粒发生位移。

[0040] 进一步的,所述陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液的具体过程为,将所述陶瓷骨架预制体放置于第二模具中,将熔融金属液浇注到第二模具中静置、冷却得到所述的陶瓷复合金属材料;优选将所述陶瓷骨架预制体固定在所述第二模具内。

[0041] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,实现熔融金属液浇注到第二模具中时,石蜡汽化挥发,熔融金属液进入石蜡挥发后留下的空间;同时固化后水玻璃继续脱水以及排出二氧化碳,即增加了强度保持陶瓷颗粒不发生位移且水玻璃体积缩小留下空间,熔融金属液进入空间,最终实现陶瓷复合金属材料中陶瓷颗粒之间的金属相体积与预设的陶瓷颗粒之间的空间基本一致;通过优选将所述陶瓷骨架预制体固定在所述第二模具内,可以实现通过消失模对陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液,避免了在浇注过程中消失模汽化后陶瓷骨架预制体发生位移的问题。

[0042] 进一步的,将熔融金属液浇注到第二模具过程中,分段浇注;第一段浇注,将所述熔融金属液浇注到第二模具中,当浇注熔融金属液量达到所需熔融金属液总量的30-40%时,停止浇注,浇注时间为10-20s;

[0043] 第一段浇注完毕后,静置10-30s进行第二段浇注;

[0044] 第二段浇注,将所需熔融金属液总量的30-40%浇注到第二模具中,浇注时间为10-20s;

[0045] 第二段浇注完毕后,静置6-15s进行第三段浇注;

[0046] 第三段浇注,将所需熔融金属液总量的20-40%浇注到第二模具中,浇注时间为10-20s。

[0047] 优选所述熔融金属液浇注时温度为1450-1550℃;浇注时压力为0.04-0.07MPa;

[0048] 优选所述熔融金属液中Fe元素占68.1-72.2%,Cr元素占23-26%,Mn元素占0.8-1.1%,C元素占3.0-3.3%,Si元素占0.7-1.0%,Mo元素占0.3-0.5%。

[0049] 采用上述进一步技术方案的有益效果在于,通过分段浇注,实现石蜡汽化均匀,且避免了陶瓷颗粒之间的石蜡未挥发和/或陶瓷颗粒之间的水玻璃未进一步脱水和二氧化碳而被金属相包裹在陶瓷颗粒之间等问题,从而避免了陶瓷复合金属材料强度不均,有利于避免陶瓷复合金属中陶瓷相与金属相结合不牢的问题,以及有利于避免陶瓷骨架预制体中陶瓷颗粒发生位移的问题,从而有利于避免陶瓷复合金属材料中陶瓷相与金属相分布位置与预设计的位置不同的问题。

具体实施方式

[0050] 为了更好的了解本发明的技术方案,下面结合具体实施例对本发明作进一步的说明。

[0051] 实施例1:

[0052] 本实施例提供了一种陶瓷复合金属材料制备方法,包括以下步骤:制备陶瓷颗粒;配制复合粘结剂,所述复合粘结剂包括石蜡;将所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体;将所述陶瓷骨架坯体进行热处理得到陶瓷骨架预制体,所述陶瓷骨架预制体具有耐水性能;将所述陶瓷骨架预制体浇注熔融金属液,浇注后冷却,即得;所述陶瓷骨架预制体具有多孔道。

[0053] 所述制备陶瓷颗粒的具体过程为,将所述陶瓷粉分散到溶剂中得到陶瓷料浆;将所述陶瓷料浆进行造粒、干燥得到初级陶瓷颗粒;将所述初级陶瓷颗粒经过压制成型得到陶瓷坯体,所述陶瓷坯体进行烧结得到陶瓷基体;所述陶瓷基体进行粉碎、筛分后得到陶瓷颗粒;所述陶瓷粉包括氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉;所述氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉的质量比为70:25:0.2:0.3:0.1:0.5:0.7;所述陶瓷料浆中陶瓷粉与溶剂的体积比为1:2。

[0054] 所述配制复合粘结剂的具体过程为,将所述石蜡分散到水玻璃溶液中,加入硅烷偶联剂,搅拌均匀,得到所述复合粘结剂;所述水玻璃溶液中水玻璃的质量分数为33%;所述水玻璃与石蜡的质量比为60:40;所述硅烷偶联剂与石蜡的质量比0.4:40。

[0055] 所述配制复合粘结剂的具体过程为,加入氟硅酸钠,所述氟硅酸钠与石蜡的质量比0.95:40;所述水玻璃模数为1.6。

[0056] 所述陶瓷颗粒制备成陶瓷骨架坯体的具体过程为,将所述陶瓷颗粒加入混合后的复合粘结剂中搅拌均匀,得到陶瓷骨架前驱体;将所述陶瓷骨架前驱体倒入第一模具中静置得到所述陶瓷骨架坯体;所述陶瓷骨架前驱体在所述第一模具中静置后,向第一模具中再加入石蜡颗粒。

[0057] 所述陶瓷颗粒与所述陶瓷骨架前驱体的质量比为100:108;所述陶瓷颗粒大小为2.5mm;所述石蜡粒度为200 μ m。

[0058] 所述陶瓷骨架坯体进行热处理的具体过程为,所述陶瓷骨架坯体进行第一段热处理,从室温升温至80 $^{\circ}$ C,升温速率为6 $^{\circ}$ C/min,达到80 $^{\circ}$ C后保温1h;然后进行第二段热处理,从80 $^{\circ}$ C升温至95 $^{\circ}$ C,升温速率为4 $^{\circ}$ C/min,达到95 $^{\circ}$ C后保温2h;然后进行第三段热处理,从95 $^{\circ}$ C升温至120 $^{\circ}$ C,升温速率为1.2 $^{\circ}$ C/min,达到120 $^{\circ}$ C后保温40min;然后冷却脱模,得到陶瓷骨架预制体。

[0059] 将所述陶瓷骨架预制体放置于第二模具中,将熔融金属液浇注到第二模具过程中采用分段浇注;第一段浇注,将所述熔融金属液浇注到第二模具中,当浇注熔融金属液量达到所需熔融金属液总量的35%时,停止浇注,浇注时间为18s;第一段浇注完毕后,静置15s进行第二段浇注;第二段浇注,将所需熔融金属液总量的35%浇注到第二模具中,浇注时间为15s;第二段浇注完毕后,静置10s进行第三段浇注;第三段浇注,将所需熔融金属液总量的30%浇注到第二模具中,浇注时间为12s。所述熔融金属液浇注时温度为1500 $^{\circ}$ C;浇注时压力为0.06MPa;所述熔融金属液中Fe元素占70.6%,Cr元素占24%,Mn元素占0.9%,C元素占3.2%,Si元素占0.9%,Mo元素占0.4%。

[0060] 实施例2:

[0061] 本实施例与实施例1相同的内容不再赘述,本实施例与实施例1不同的特征在于:所述陶瓷料浆进行造粒、干燥、筛分、颗粒级配得到初级陶瓷颗粒;所述氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉的质量比为69:26:0.22:0.33:0.12:0.52:0.73。

[0062] 所述水玻璃溶液中水玻璃的质量分数为34%;所述水玻璃与石蜡的质量比为63:37;所述硅烷偶联剂石蜡与0.45:37。

[0063] 所述配制复合粘结剂的具体过程为,加入氟硅酸钠,所述氟硅酸钠1.2:37;所述水玻璃模数为1.55。

[0064] 所述陶瓷颗粒与所述陶瓷骨架前驱体的质量比为100:109;所述陶瓷颗粒大小为2.8mm;所述石蜡粒度为260 μm 。

[0065] 所述陶瓷骨架坯体进行热处理的具体过程为,所述陶瓷骨架坯体进行第一段热处理,从室温升温至80 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为7 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到80 $^{\circ}\text{C}$ 后保温1h;然后进行第二段热处理,从80 $^{\circ}\text{C}$ 升温至95 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为4.5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到95 $^{\circ}\text{C}$ 后保温2h;然后进行第三段热处理,从95 $^{\circ}\text{C}$ 升温至120 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为1.4 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到120 $^{\circ}\text{C}$ 后保温45min;然后冷却脱模,得到陶瓷骨架预制体。

[0066] 第一段浇注,将所述熔融金属液浇注到第二模具中,当浇注熔融金属液量达到所需熔融金属液总量的38%时,停止浇注,浇注时间为16s;第一段浇注完毕后,静置20s进行第二段浇注;第二段浇注,将所需熔融金属液总量的38%浇注到第二模具中,浇注时间为13s;第二段浇注完毕后,静置12s进行第三段浇注;第三段浇注,将所需熔融金属液总量的24%浇注到第二模具中,浇注时间为12s。

[0067] 实施例3:

[0068] 本实施例与实施例1相同的内容不再赘述,本实施例与实施例1不同的特征在于:所述氧化铝粉、氧化锆复合氧化钇粉、氧化钛粉、氧化硅粉、氧化铁粉、碳化硅粉、氧化钙粉的质量比为71:22:0.18:0.27:0.08:0.48:0.67。

[0069] 所述水玻璃溶液中水玻璃的质量分数为31%;所述水玻璃与石蜡的质量比为58:42;所述硅烷偶联剂石蜡与0.25:42。

[0070] 所述配制复合粘结剂的具体过程为,加入氟硅酸钠,所述氟硅酸钠0.65:42;所述水玻璃模数为2.2。

[0071] 所述陶瓷颗粒与所述陶瓷骨架前驱体的质量比为100:106;所述陶瓷颗粒大小为2-3mm;所述石蜡粒度为100-300 μm 。

[0072] 所述陶瓷骨架坯体进行热处理的具体过程为,所述陶瓷骨架坯体进行第一段热处理,从室温升温至80 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为6.5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到80 $^{\circ}\text{C}$ 后保温1h;然后进行第二段热处理,从80 $^{\circ}\text{C}$ 升温至95 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为3.5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到95 $^{\circ}\text{C}$ 后保温2h;然后进行第三段热处理,从95 $^{\circ}\text{C}$ 升温至120 $^{\circ}\text{C}$,升温速率为1.1 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,达到120 $^{\circ}\text{C}$ 后保温35min;然后冷却脱模,得到陶瓷骨架预制体。

[0073] 将所述陶瓷骨架预制体固定在所述第二模具内,第一段浇注,将所述熔融金属液浇注到第二模具中,当浇注熔融金属液量达到所需熔融金属液总量的32%时,停止浇注,浇注时间为12s;第一段浇注完毕后,静置12s进行第二段浇注;第二段浇注,将所需熔融金属

液总量的35%浇注到第二模具中,浇注时间为12s;第二段浇注完毕后,静置14s进行第三段浇注;第三段浇注,将所需熔融金属液总量的33%浇注到第二模具中,浇注时间为18s。

[0074] 以上描述仅为本申请的较佳实施例以及对所运用技术原理的说明。本领域技术人员应当理解,本申请中所涉及的发明范围,并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案,同时也应涵盖在不脱离所述发明构思的情况下,由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案。例如上述特征与本申请中公开的(但不限于)具有类似功能。