



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 116445830 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 25

(21) 申请号 202310376370.4

(22) 申请日 2023.04.11

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116445830 A

(43) 申请公布日 2023.07.18

(73) 专利权人 长沙市萨普新材料有限公司

地址 410221 湖南省长沙市长沙高新开发
区麓枫路69号金瑞新材料科技股份有
限公司辅助车间

(72) 发明人 谢丰伟 袁紫仁 陈帅鹏 康希越

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所(普
通合伙) 43114

专利代理师 张伟

(51) Int. Cl.

C22C 38/52 (2006.01)

C22C 38/44 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/46 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

C22C 33/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 114574788 A, 2022.06.03

CN 109554628 A, 2019.04.02

审查员 叶朋

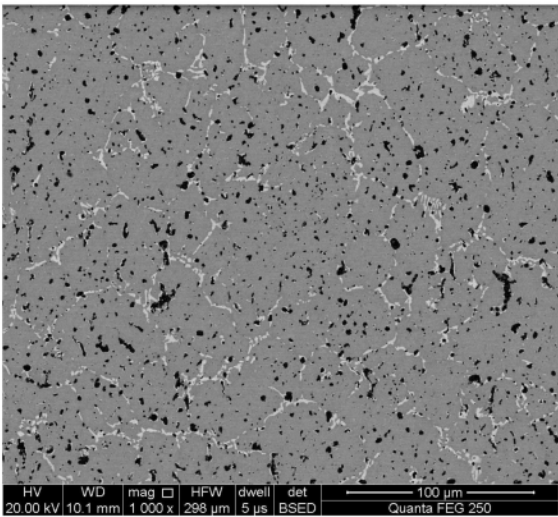
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料
及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料及其制备方法。包含以下质量百分比元素:Co 15~30%, Mo和W的总量为10~20% 且W含量<8%, Cr 5~10%, Ni 5~7%, Al 5~8%, Si 1.5~2%, V 0.5~1%, Ta 0.5~1%, Ce 0.1~0.3%, Sc 0.1~0.2%, 石墨烯为0.5~1.5%, 余量为铁。该复合材料中基于原位生成的金属间化合物和石墨烯材料的协同作用,在保证材料硬度的前提下,大幅提高材料在高温条件下的强韧性和导热性,赋予材料优异的高温力学性能。该复合材料通过超声分散和高能球磨,将原料充分混合并提高其烧结活性,在后续热处理协同作用下,产生纳米级金属间化合物,获得显著的强化效果。



1. 一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:包含以下质量百分比元素:Co 15~30%,Mo和W的总量为10~20%且W含量<8%,Cr 5~10%,Ni 5~7%,Al 5~8%,Si 1.5~2%,V 0.5~1%,Ta 0.5~1%,Ce 0.1~0.3%,Sc 0.1~0.2%,石墨烯为0.5~1.5%,余量为铁;所述高速钢材料由金属间化合物和高分散石墨烯构成的原位强化相;

所述金属间化合物为 A_7B_6 型和/或 AB_2 型金属间化合物;

所述高速钢材料的制备过程为:将石墨烯分散于球磨介质中,加入剩余金属元素粉末继续分散,再与助剂依次经球磨和干燥,得混合料;将混合料依次经筛分、冷压、烧结和热处理,即得。

2. 根据权利要求1所述的一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:所述高速钢材料包含以下质量百分比元素:Co 18~27%,Mo与W的总量 13~18%且W含量<6%,Cr 7~10%,Ni 5~7%,Al 6~8%,Si 1.5~2%,V 0.5~1%,Ta 0.5~1%,Ce 0.1~0.3%,Sc 0.1~0.2%,石墨烯为1~1.5%,余量为Fe。

3. 根据权利要求1所述的一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:所述分散方式为超声分散,其条件为:超声功率为100~200W,时间为20~40min;所述球磨介质为水、乙醇、丙醇和石油醚中的至少一种。

4. 根据权利要求3所述的一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:所述球磨介质为乙醇;所述球磨方式为湿法高能球磨,其条件为:在保护气氛下,球料比为4~7:1,转速为240~340r/min,时间为72~96h;所述保护气氛为高纯氮气和/或高纯氩气。

5. 根据权利要求1所述的一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:所述助剂包括炭黑和成型剂,所述炭黑的添加量占混合料质量百分比的0.2~0.5%;所述成型剂为石蜡、PEG和PVB中的至少一种;所述成型剂的添加量占混合料质量百分比的3~6%。

6. 根据权利要求1所述的一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:所述混合料筛分所得物料的粒径为 ≤ 40 目;所述冷压的压力为100~200MPa。

7. 根据权利要求1所述的一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:所述烧结为程序升温真空烧结,所述烧结条件为:以5~10°C/min从室温升温至1300~1400°C,保温2~4h,真空度 ≤ 0.01 Pa。

8. 根据权利要求1所述的一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,其特征在于:所述热处理包括固溶处理和时效处理;所述固溶处理的条件为:在1150~1250°C下,保温0.5~1.5h,气淬冷却至室温;所述时效处理的条件为:在保护气氛下,温度为700~1000°C,时间为3~5h,随炉冷却至室温。

一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高速钢材料,具体涉及抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料及其制备方法,属于特种合金制备领域。

背景技术

[0002] 随着家居建材、信息光电、汽车工业和智能设备等产业的蓬勃发展,3D曲面玻璃因其独特的光学性质、热稳定性质和力学性能等特点而备受重视。例如,在智能手机领域,3D曲面玻璃因具有轻薄、透明洁净、视觉效果更加饱满、触摸手感更加符合人体工学等特点而被广泛应用于移动手机的高端机型中,相关数据显示智能手机3D玻璃盖板渗透率正在逐年上升,2020年达27%左右,未来市场规模大有可期。与此同时,3C产品设计如平板计算机、头戴式VR设备、智能手表等可穿戴式智能产品、车辆中控及便携式仪表盘等场景均陆续出现3D玻璃的应用,使得市场对3D玻璃的需求量及精度要求不断提高,进而带动了整个产业链的发展。但3D曲面玻璃由于特殊的复杂几何尺寸,其加工难度远远高于普通平面玻璃。

[0003] 目前主要通过冷加工和热成形技术来制备3D曲面玻璃,但冷加工技术昂贵的设备成本和较长的加工周期限制了其在小尺寸和大产量的民用需求领域的应用。广泛应用的热成形技术是通过成形模具将加热后的高黏弹性态玻璃压力加工流变成形,从而制备出高形状和尺寸精度的曲面玻璃。热成形核心设备是3D热弯玻璃机。热弯工序可概括为加热管发热提供热源,依次通过加热板、均热板、模具将热量和压力传递至玻璃中,进而完成热弯成形。显然,加热板是热弯成型过程传热和传力的初始部件,其控温精度、温度均匀性、传力均匀性等性能决定了整个热弯系统和热弯制品的精度。然而当前热弯设备采用的310S不锈钢(或相近牌号)加热板存在高温硬度低、导热系数低、热膨胀系数大的问题。310S室温时导热系数仅为12-15W/(m.k),传热速率慢,温场均匀性有限,同时加重了发热管负担;相对于加热系统其他部件,310S热膨胀系数比与其固结一体的均热板和模具高出很多,高温时由于热膨胀系数的不匹配导致变形,长期使用时难以保证高的平面精度;同时310S长期高温条件下服役硬度极低,在600℃~900℃使用时硬度低至10HRC以下,材料极易软化而导致蠕变变形。综上,310S加热板为热弯系统增加了不确定性和不稳定性,无法进一步提升设备精度,限制了生产效率,然而行业内也未找到其他的合适替代材料。此外,由于加热板材料通常在高于600℃的高温环境下服役,即还需考虑材料高温氧化问题。因此,亟需一种导热系数大、高温强度高、热膨胀系数较小同时具备较好抗氧化性的加热板新材料。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的问题,本发明的第一个目的在于提供一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,该高速钢材料基于各组分间的协同作用,利用原位生成的金属间化合物与弥散分布的石墨烯进行协同强化,在保证材料高温硬度的前提下,大幅提高材料的强韧性、稳定性和导热性。

[0005] 本发明的第二个目的在于提供一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料的制备

方法,该方法通过分批次分散和高能球磨,将石墨烯与其他金属原料充分混合,提高材料烧结活性,在通过热处理促使纳米级金属间化合物均匀析出,从而提高材料的强韧性。

[0006] 为实现上述技术目的,本发明提供了一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料,包含以下质量百分比元素:Co 15~30%,Mo和W的总量为10~20%且W含量<8%,Cr 5~10%,Ni 5~7%,Al 5~8%,Si 1.5~2%,V 0.5~1%,Ta 0.5~1%,Ce 0.1~0.3%,Sc 0.1~0.2%,石墨烯为0.5~1.5%,余量为铁。

[0007] 本发明提供的抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料中金属间化合物由Fe、Co、Mo、W、Cr、Al等元素原位生成,与传统高速钢中碳化物强化相相比,金属间化合物在高温时不易聚集和过时效,与 α -Fe基体保持共格/半共格界面关系,这赋予其高的高温硬度、优异的导热系数、较小的热膨胀系数以及较好的韧性。同时,向金属间化合物强化高速钢基体中添加适量的石墨烯材料,利用石墨烯高强度、高导热性和高稳定性的特点从而进一步增强高速钢材料的韧性、导热性和抗氧化性。

[0008] 作为一项优选的方案,所述高速钢材料包含以下质量百分比元素:Co 18~27%,Mo与W的总量13~18%且W含量<6%,Cr 7~10%,Ni 5~7%,Al 6~8%,Si 1.5~2%,V 0.5~1%,Ta 0.5~1%,Ce 0.1~0.3%,Sc 0.1~0.2%,石墨烯为1~1.5%,余量为Fe;所述高速钢材料包括由金属间化合物和高分散石墨烯构成的原位强化相。

[0009] 本发明所提供的高速钢材料中,需严格按照上述要求控制Mo和W元素的添加量。由于W的熔点更高和比重更大,当W含量高时,烧结和热处理时所需温度更高,即耗能更多、成本更高,也不利于轻质化需求。

[0010] 作为一项优选的方案,所述金属间化合物为 A_7B_6 型和/或 AB_2 型金属间化合物。

[0011] 作为一项优选的方案,所述石墨烯为镀镍石墨烯。

[0012] 本发明采用镀镍石墨烯作为石墨烯原料,能最大限度地减弱高温下与铁之间的相互反应,保证石墨烯完整性,同时界面润湿性良好。在该复合高速钢材料中,石墨烯一方面抑制晶粒长大、阻碍位错运动从而强化材料、提高力学性能,另一方面通过自身极高的导热系数(约5000W/(m·K))来增强整体材料的导热性能。

[0013] 本发明还提供了一种抗蠕变高导热石墨烯改性高速钢材料的制备方法,将石墨烯分散于球磨介质中,加入剩余金属元素粉末继续分散,再与助剂依次经球磨和干燥,得混合料。

[0014] 作为一项优选的方案,将混合料依次经筛分、冷压、烧结和热处理,即得。

[0015] 作为一项优选的方案,所述分散方式为超声分散,其条件为:超声功率为100~200W,时间为20~40min。本发明提供的制备方法能够实现石墨烯原料与金属混合粉末的均匀分散,获得具有高致密度、组织分布均匀的石墨烯增强复合材料。

[0016] 作为一项优选的方案,所述球磨介质为水、乙醇、丙醇和石油醚中的至少一种。

[0017] 作为一项优选的方案,所述球磨介质为乙醇。

[0018] 作为一项优选的方案,所述球磨方式为湿法高能球磨,其条件为:在保护气氛下,球料比为4~7:1,转速为240~340r/min,时间为72~96h;所述保护气氛为高纯氮气和/或高纯氩气。

[0019] 作为一项优选的方案,所述炭黑的添加量占混合料质量百分比的0.2~0.5%。

[0020] 在本发明中,炭黑的加入是为了在烧结过程中与吸附的氧发生碳-氧反应,其作用

在于一方面降低材料的杂质氧含量,另一方面在于发生碳-氧反应使粉末表面露出新鲜原子而提高烧结驱动力,但需要注意的是,炭黑在烧结过程中会全部被消耗掉,并不参与最终产品的构成。

[0021] 作为一项优选的方案,所述成型剂为石蜡、PEG和PVB中的至少一种。

[0022] 作为一项优选的方案,所述成型剂的添加量占混合料质量百分比的3~6%。

[0023] 作为一项优选的方案,所述混合料筛分所得物料的粒径为 ≤ 40 目。

[0024] 作为一项优选的方案,所述冷压的压力为100~200MPa。

[0025] 作为一项优选的方案,所述烧结为程序升温真空烧结。

[0026] 作为一项优选的方案,所述烧结条件为:以5~10°C/min从室温升温至1300~1400°C,保温2~4h,真空度 ≤ 0.01 Pa。

[0027] 作为一项优选的方案,所述热处理包括固溶处理和时效处理。

[0028] 作为一项优选的方案,所述固溶处理的条件为:在1150~1250°C下,保温0.5~1.5h,气淬冷却至室温。

[0029] 作为一项优选的方案,所述时效处理的条件为:在保护气氛下,温度为700~1000°C,时间为3~5h,随炉冷却至室温。时效处理的目的在于促使高速钢材料中的纳米级金属间化合物充分均匀析出并长大,从而提高材料的强韧性和稳定性。

[0030] 相较于现有技术,本发明的有益技术效果如下:

[0031] 1) 本发明所提供的高速钢材料基于各组分之间的协同作用,时效过程原位生成的金属间化合物与基体存在共格或半共格关系,可以有效强化材料的硬度,添加的Cr、Al和Si元素可与Fe基体形成致密的氧化膜结构,进一步提高材料的高温抗氧化性,稀土元素Ce和Sc可有效吸附氧、硫等杂质,活化烧结,净化晶界,从而有效的提高了材料的高温稳定性和强韧性。

[0032] 2) 本发明所提供的高速钢材料室温峰值硬度为85-87HRA,抗弯强度为2800-3500MPa,冲击韧性为10-15J/cm²,700°C导热系数为45-50W/(m·K),800°C高温硬度为81-83.5HRA,600°C时效200h硬度为82-85HRA,热膨胀系数相比310S不锈钢下降20-30%。同时,本发明高速钢通过热处理工艺可调控相应性能,例如,通过900°C高温时效3h,冲击韧性可提升至60-80J/cm²。即本发明所述高速钢具有高硬度、出色的导热系数以及小热膨胀系数等特点,可实现综合性能优化。

[0033] 3) 本发明所述的高速钢材料能够快速传递发热管的热量,减轻其负载功率,提高加热系统整体使用寿命;长期高温服役时具有优异的尺寸稳定性能,能够保持高硬度和高强度,减少蠕变变形,从而提高热弯系统的精度和生产效率。

附图说明

[0034] 图1为实施例1扫描电镜显微组织图片;

[0035] 图2为对比例1扫描电镜显微组织图片。

具体实施方式

[0036] 为更好的理解本发明,下面结合实施例对本发明作进一步说明,但本发明的实施方式不仅限于此。

[0037] 以下原料中,金属粉末D50粒度为1-10 μm ,Ce粉和Sc粉的粒度为200-400目。

[0038] 以下案例,所述的球磨介质均为无水乙醇,且以原料粉末为基准,球磨介质的用量均为0.8mL/g;球磨转速均为300r/min。

[0039] 实施例1

[0040] (1)原料超声分散

[0041] 将1.4wt.%镀镍石墨烯原料添加至无水乙醇中进行超声波震荡30min(超声功率为150W),再将按配比称取的其余金属元素和稀土元素粉末加入,共同超声震荡30min,得到均匀分散的混合粉末无水乙醇溶液。

[0042] (2)原料高能球磨混合

[0043] 额外将0.3wt.%炭黑、5wt.%石蜡成型剂加入步骤(1)混合粉末无水乙醇溶液中,再一起放入可通入氩气保护的球磨罐中进行湿式球磨,球磨介质为无水乙醇,用量为0.8mL/g,球料比为5:1,球磨转速为300r/min,球磨时间为80h。球磨结束后在真空干燥箱进行干燥,设置温度为82 $^{\circ}\text{C}$,干燥时间为5h。

[0044] (3)压制成型

[0045] 将步骤(2)中干燥后的混合粉料筛分过40目,而后进行冷模压,压制压力为150MPa,得到压坯。

[0046] (4)真空烧结

[0047] 将压坯置于真空烧结炉中进行真空烧结,真空度控制在小于0.01Pa,以8 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 从室温升温至最高烧结温度1350 $^{\circ}\text{C}$,保温时间3h,随炉冷却至室温得到烧结坯。

[0048] (5)热处理

[0049] 将烧结坯置于真空淬火炉中进行固溶处理,固溶处理温度为1220 $^{\circ}\text{C}$,保温时间1h,固溶处理后通过气淬冷却至室温。随后在通入氮气保护的气氛炉中进行时效处理,时效温度为800 $^{\circ}\text{C}$,时效时间为4h。即得热弯玻璃机加热板用高速钢材料。

[0050] 实施例2

[0051] (1)原料超声分散

[0052] 将1.0wt.%镀镍石墨烯原料添加至无水乙醇中进行超声波震荡30min(超声功率为150W),再将按配比称取的其余金属元素和稀土元素粉末加入,共同超声震荡30min,得到均匀分散的混合粉末无水乙醇溶液。

[0053] (2)原料高能球磨混合

[0054] 额外将0.4wt.%炭黑、5wt.%石蜡成型剂加入步骤(1)混合粉末无水乙醇溶液中,再一起放入可通入氩气保护的球磨罐中进行湿式球磨,球磨介质为无水乙醇,用量为0.8mL/g,球料比为5:1,球磨转速为300r/min,球磨时间为80h。球磨结束后在真空干燥箱进行干燥,设置温度为82 $^{\circ}\text{C}$,干燥时间为5h。

[0055] (3)压制成型

[0056] 将步骤(2)中干燥后的混合粉料筛分过40目,而后进行冷模压,压制压力为150MPa,得到压坯。

[0057] (4)真空烧结

[0058] 将压坯置于真空烧结炉中进行真空烧结,真空度控制在小于0.01Pa,以8 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 从室温升温至最高烧结温度1330 $^{\circ}\text{C}$,保温时间3h,随炉冷却至室温得到烧结坯。

[0059] (5) 热处理

[0060] 将烧结坯置于真空淬火炉中进行固溶处理,固溶处理温度为1210℃,保温时间1h,固溶处理后通过气淬冷却至室温。随后在通入氮气保护的气氛炉中进行时效处理,时效温度为800℃,时效时间为4h。即得热弯玻璃机加热板用高速钢材料。

[0061] 实施例3

[0062] (1) 原料超声分散

[0063] 将0.5wt.%镀镍石墨烯原料添加至无水乙醇中进行超声波震荡30min(超声功率为150W),再将按配比称取的其余金属元素和稀土元素粉末加入,共同超声震荡30min,得到均匀分散的混合粉末无水乙醇溶液。

[0064] (2) 原料高能球磨混合

[0065] 额外将0.3wt.%炭黑、5wt.%石蜡成型剂加入步骤(1)混合粉末无水乙醇溶液中,再一起放入可通入氩气保护的球磨罐中进行湿式球磨,球磨介质为无水乙醇,用量为0.8mL/g,球料比为5:1,球磨转速为300r/min,球磨时间为85h。球磨结束后在真空干燥箱进行干燥,设置温度为82℃,干燥时间为5h。

[0066] (3) 压制成型

[0067] 将步骤(2)中干燥后的混合粉料筛分过40目,而后进行冷模压,压制压力为150MPa,得到压坯。

[0068] (4) 真空烧结

[0069] 将压坯置于真空烧结炉中进行真空烧结,真空度控制在小于0.01Pa,以8℃/min从室温升温至最高烧结温度1300℃,保温时间3h,随炉冷却至室温得到烧结坯。

[0070] (5) 热处理

[0071] 将烧结坯置于真空淬火炉中进行固溶处理,固溶处理温度为1190℃,保温时间1h,固溶处理后通过气淬冷却至室温。随后在通入氮气保护的气氛炉中进行时效处理,时效温度为750℃,时效时间为4h。即得热弯玻璃机加热板用高速钢材料。

[0072] 实施例4

[0073] (1) 原料超声分散

[0074] 将1.5wt.%镀镍石墨烯原料添加至无水乙醇中进行超声波震荡30min(超声功率为150W),再将按配比称取的其余金属元素和稀土元素粉末加入,共同超声震荡30min,得到均匀分散的混合粉末无水乙醇溶液。

[0075] (2) 原料高能球磨混合

[0076] 额外将0.3wt.%炭黑、5wt.%石蜡成型剂加入步骤(1)混合粉末无水乙醇溶液中,再一起放入可通入氩气保护的球磨罐中进行湿式球磨,球磨介质为无水乙醇,用量为0.8mL/g,球料比为5:1,球磨转速为300r/min,球磨时间为80h。球磨结束后在真空干燥箱进行干燥,设置温度为82℃,干燥时间为5h。

[0077] (3) 压制成型

[0078] 将步骤(2)中干燥后的混合粉料筛分过40目,而后进行冷模压,压制压力为150MPa,得到压坯。

[0079] (4) 真空烧结

[0080] 将压坯置于真空烧结炉中进行真空烧结,真空度控制在小于0.01Pa,以8℃/min从

室温升温至最高烧结温度1380℃,保温时间3h,随炉冷却至室温得到烧结坯。

[0081] (5) 热处理

[0082] 将烧结坯置于真空淬火炉中进行固溶处理,固溶处理温度为1270℃,保温时间1h,固溶处理后通过气淬冷却至室温。随后在通入氮气保护的气氛炉中进行时效处理,时效温度为850℃,时效时间为4h。即得热弯玻璃机加热板用高速钢材料。

[0083] 实施例5

[0084] (1) 原料超声分散

[0085] 将0.9wt.%镀镍石墨烯原料添加至无水乙醇中进行超声波震荡30min(超声功率为150W),再将按配比称取的其余金属元素和稀土元素粉末加入,共同超声震荡30min,得到均匀分散的混合粉末无水乙醇溶液。

[0086] (2) 原料高能球磨混合

[0087] 额外将0.3wt.%炭黑、5wt.%石蜡成型剂加入步骤(1)混合粉末无水乙醇溶液中,再一起放入可通入氩气保护的球磨罐中进行湿式球磨,球磨介质为无水乙醇,用量为0.8mL/g,球料比为5:1,球磨转速为300r/min,球磨时间为80h。球磨结束后在真空干燥箱进行干燥,设置温度为82℃,干燥时间为5h。

[0088] (3) 压制成型

[0089] 将步骤(2)中干燥后的混合粉料筛分过40目,而后进行冷模压,压制压力为150MPa,得到压坯。

[0090] (4) 真空烧结

[0091] 将压坯置于真空烧结炉中进行真空烧结,真空度控制在小于0.01Pa,以8℃/min从室温升温至最高烧结温度1350℃,保温时间3h,随炉冷却至室温得到烧结坯。

[0092] (5) 热处理

[0093] 将烧结坯置于真空淬火炉中进行固溶处理,固溶处理温度为1200℃,保温时间1h,固溶处理后通过气淬冷却至室温。随后在通入氮气保护的气氛炉中进行时效处理,时效温度为800℃,时效时间为4h。即得热弯玻璃机加热板用高速钢材料。

[0094] 对比例1

[0095] 本对比例与实施例1采用的制备工艺完全相同,区别仅在于成分不同。

[0096] 对比例2

[0097] 本对比例与实施例1采用的制备工艺完全相同,区别仅在于成分不同。

[0098] 对比例3

[0099] 本对比例与实施例1采用的制备工艺完全相同,区别仅在于成分不同。

[0100] 对比例4

[0101] 本对比例与实施例1采用的制备工艺完全相同,区别仅在于成分不同。

[0102] 对比例5

[0103] (1) 原料超声分散

[0104] 将1.4wt.%镀镍石墨烯原料添加至无水乙醇中进行超声波震荡30min(超声功率为150W),再将按配比称取的其余金属元素和稀土元素粉末加入,共同超声震荡30min,得到均匀分散的混合粉末无水乙醇溶液。

[0105] (2) 原料高能球磨混合

[0106] 额外将0.3wt.%炭黑、5wt.%石蜡成型剂加入步骤(1)混合粉末无水乙醇溶液中,再一起放入可通入氩气保护的球磨罐中进行湿式球磨,球磨介质为无水乙醇,用量为0.8mL/g,球料比为5:1,球磨转速为300r/min,球磨时间为80h。球磨结束后在真空干燥箱进行干燥,设置温度为82℃,干燥时间为5h。

[0107] (3)压制成型

[0108] 将步骤(2)中干燥后的混合粉料筛分过40目,而后进行冷模压,压制压力为150MPa,得到压坯。

[0109] (4)真空烧结

[0110] 将压坯置于真空烧结炉中进行真空烧结,真空度控制在小于0.01Pa,以8℃/min从室温升温至最高烧结温度1250℃,保温时间3h,随炉冷却至室温得到烧结坯。

[0111] (5)热处理

[0112] 将烧结坯置于真空淬火炉中进行固溶处理,固溶处理温度为1200℃,保温时间1h,固溶处理后通过气淬冷却至室温。随后在通入氮气保护的气氛炉中进行时效处理,时效温度为800℃,时效时间为4h。即得热弯玻璃机加热板用高速钢材料。

[0113] 对比例6

[0114] (1)原料高能球磨混合

[0115] 按配比将金属粉末、稀土粉末和镀镍石墨烯原料以及额外添加的0.3wt.%炭黑、5wt.%石蜡成型剂一起放入可通入氩气保护的球磨罐中进行湿式球磨,球磨介质为无水乙醇,用量为0.8mL/g,球料比为5:1,球磨转速为300r/min,球磨时间为80h。球磨结束后在真空干燥箱进行干燥,设置温度为82℃,干燥时间为5h。

[0116] (2)压制成型

[0117] 将步骤(2)中干燥后的混合粉料筛分过40目,而后进行冷模压,压制压力为150MPa,得到压坯。

[0118] (3)真空烧结

[0119] 将压坯置于真空烧结炉中进行真空烧结,真空度控制在小于0.01Pa,以8℃/min从室温升温至最高烧结温度1350℃,保温时间3h,随炉冷却至室温得到烧结坯。

[0120] (5)热处理

[0121] 将烧结坯置于真空淬火炉中进行固溶处理,固溶处理温度为1220℃,保温时间1h,固溶处理后通过气淬冷却至室温。随后在通入氮气保护的气氛炉中进行时效处理,时效温度为800℃,时效时间为4h。即得热弯玻璃机加热板用高速钢材料。

[0122] 本发明所提供的实施例和对比例中的原料成分分配比如表1所示。

[0123] 由于本发明所述高速钢材料力学性能与热处理工艺有关,为统一比较,均取峰值时效工艺做室温硬度、抗弯强度和冲击韧性性能对比;高温硬度是指800℃保温20min实时测试硬度值。表2为实施例和对比例性能测试结果。

[0124] 表1实施例和对比例的成分质量百分比(wt.%)

[0125]

	Co	Mo	W	Cr	Al	Ni	Si	V	Ta	Ce	Sc	石墨烯	Fe
实施例1	25	15	3	9	8	7	1.8	0.7	0.5	0.2	0.2	1.4	Bal.
实施例2	21	12	2	7	6	7	1.6	0.6	0.6	0.2	0.2	1.0	Bal.
实施例3	15	9	1	5	5	6	1.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.5	Bal.

实施例4	27	13	4	10	7	7	2	0.8	0.8	0.3	0.2	1.5	Bal.
实施例5	18	10	5	8	7	7	1.7	0.5	0.6	0.2	0.2	0.9	Bal.
对比例1	25	15	3	9	8	7	1.8	0.7	0.5	0.2	0.2	0	Bal.
对比例2	25	15	3	9	8	7	1.8	0.7	0.5	0.2	0.2	2.0	Bal.
对比例3	21	12	2	7	6	7	1.6	0.6	0.6	0	0	1.0	Bal.
对比例4	25	15	3	13	10	10	1.8	0.7	0.5	0.2	0.2	1.4	Bal.
对比例5	25	15	3	9	8	7	1.8	0.7	0.5	0.2	0.2	1.4	Bal.
对比例6	25	15	3	9	8	7	1.8	0.7	0.5	0.2	0.2	1.4	Bal.

[0126] 表2实施例和对比例性能测试结果

	室温硬 度/HRA	抗弯强 度/MPa	冲击韧 度/J/cm ²	高温硬 度/HRA	600℃回火 200h 硬度/HRA	700℃导热系数 /W/(m·K)
实施例1	86.7	3350	12.5	83.2	84.5	48.8
实施例2	86.1	3120	13.0	83.0	83.9	47.6
实施例3	85.1	2855	14.8	81.2	82.2	45.7
实施例4	86.8	3300	10.8	83.4	84.8	49.5
实施例5	85.5	2974	14.3	81.9	82.6	46.2
对比例1	85.9	2810	10.3	82.6	83.2	40.5
对比例2	83.5	2656	7.4	81.8	82.3	51.5
对比例3	84.9	2752	9.7	81.5	82.4	44.3
对比例4	84.3	1985	5.2	80.5	81.7	40.8
对比例5	83.4	1800	4.9	79.2	80.4	37.6
对比例6	84.3	2253	4.9	81.5	82.7	40.9
ASP30	85.1	4100	18.5	72.8	74.7	26.1
310S	64.2	-	-	-	<60	14.3

[0128] 由表2性能结果可知,与传统粉末高速钢ASP30和310S不锈钢对比,本发明所述实施例制备的高速钢材料具有出色的高温硬度和抗回火性能,即在高温应用时能够保持优异的组织尺寸稳定性;同时,大的导热系数能够加快热量传递,有利于减少热弯过程中能量消耗和提高玻璃受热均匀性。即按照本发明所述材料成分和制备方法制备的高速钢材料相比原有加热板材料310S不锈钢,能够提升生产精度和生产效率,极具应用前景。而不在本发明所述材料成分范围内或工艺范围内的对比例,则由于成分设计不合理、混料不均匀、烧结致密度低等缺陷导致性能下降。

[0129] 以上所述,仅是本发明较佳实施例,并非对本发明做任何限制。凡是根据发明技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、变更以及等效变化,均仍属于本发明的技术方案的保护范围内。

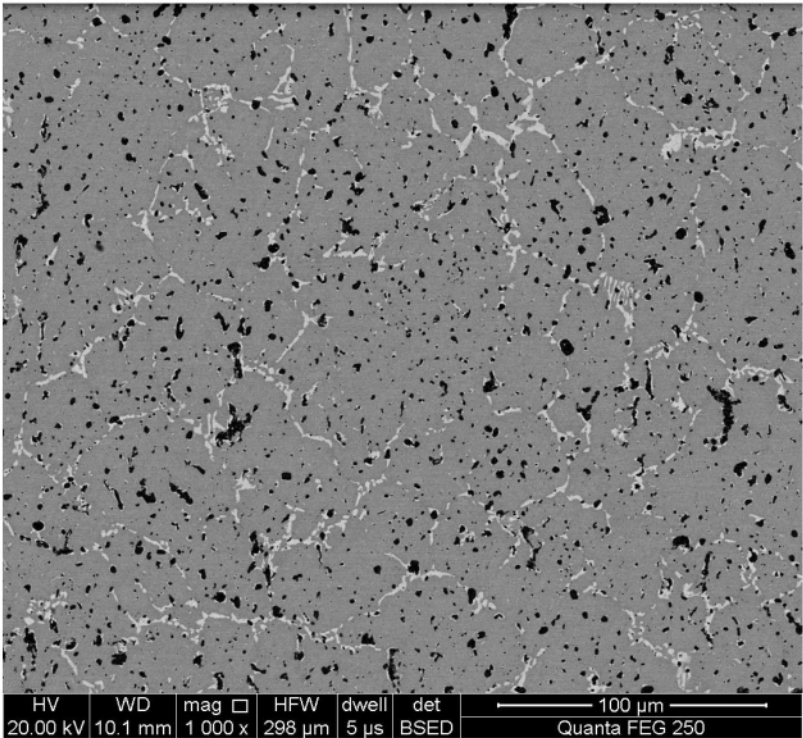


图1

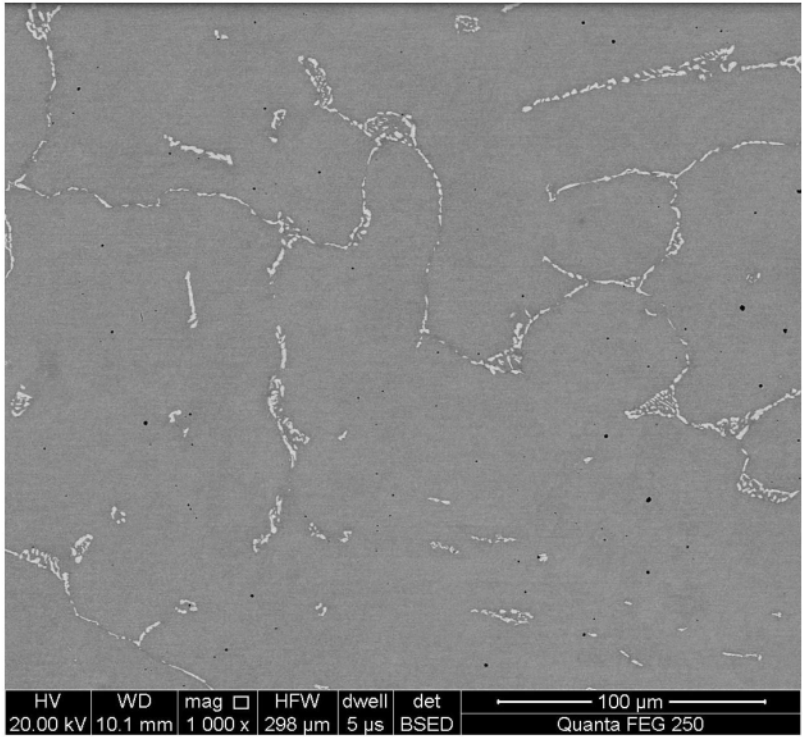


图2