



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102492886 A

(43) 申请公布日 2012.06.13

(21) 申请号 201110427061.2

(22) 申请日 2011.12.19

(71) 申请人 中国科学院长春应用化学研究所
地址 130000 吉林省长春市人民大街 5625
号

(72) 发明人 马贤锋 刘建伟 汤华国 赵伟

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 魏晓波 逯长明

(51) Int. Cl.

C22C 29/06 (2006.01)

C22C 1/05 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页

(54) 发明名称

一种碳化钨铝-铁镍硬质合金及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种碳化钨铝-铁镍硬质合金,包括碳化钨铝、铁和镍;其中,铁和镍的摩尔比为 1:5~5:1。所述碳化钨铝-铁镍硬质合金的制备方法为:将碳化钨铝粉末、铁粉和镍粉混合得到混合料;将所述混合料进行冷压制成型,得到压坯;将所述压坯进行真空烧结,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。本发明按 1:5~5:1 的摩尔比将铁和镍添加到碳化钨铝中可以使碳化钨铝合金具备高致密度、高显微硬度和高弯曲强度,与添加钴的碳化钨铝合金具有相当的性能。由于铁和镍在自然界分布广,取材容易,成本低,因此本发明制备得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金不仅具有高致密度、高显微硬度和高弯曲强度,而且成本较低,经济适用。

1. 一种碳化钨铝-铁镍硬质合金,包括碳化钨铝、铁和镍;
其中,铁和镍的摩尔比为 1 : 5 ~ 5 : 1。
2. 根据权利要求 1 所述的碳化钨铝-铁镍硬质合金,其特征在于,所述碳化钨铝的质量与铁和镍的总质量之比为 5 ~ 15 : 1。
3. 根据权利要求 1 所述的碳化钨铝-铁镍硬质合金,其特征在于,所述铁和镍的摩尔比为 1 : 3 ~ 3 : 1。
4. 根据权利要求 1 所述的碳化钨铝-铁镍硬质合金,其特征在于,所述碳化钨铝具有式 (I) 所示原子比:
$$(W_{1-x}Al_x)C \quad (I);$$

式 (I) 中, $0.10 \leq x \leq 0.86$ 。
5. 一种碳化钨铝-铁镍硬质合金的制备方法,包括以下步骤:
将碳化钨铝粉末、铁粉和镍粉混合得到混合料;
将所述混合料进行冷压制成型,得到压坯;
将所述压坯进行真空烧结,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。
6. 根据权利要求 5 所述的制备方法,其特征在于,所述冷压制成型的压力为 400MPa ~ 500MPa。
7. 根据权利要求 5 所述的制备方法,其特征在于,所述真空烧结的温度为 1300°C ~ 1500°C。
8. 根据权利要求 5 所述的制备方法,其特征在于,所述真空烧结的时间为 0.5h ~ 2h。
9. 根据权利要求 5 所述的制备方法,其特征在于,所述真空烧结的真空度小于 1×10^{-3} Pa。
10. 根据权利要求 5 ~ 9 所述的制备方法,其特征在于,还包括:将得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行抛光处理。

一种碳化钨铝-铁镍硬质合金及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料领域,特别涉及一种碳化钨铝-铁镍硬质合金及其制备方法。

背景技术

[0002] 碳化钨为黑色六方晶体,具有很高的硬度,与金刚石相近。纯的碳化钨易碎,若掺入少量钛、钴或铝等金属,就能减少脆性。因此在碳化钨中添加其他金属从而改善其性能的研究成为一种趋势。

[0003] 由于铝具有轻质、抗氧化性和优良的延展性,因此经常作为添加金属。在碳化钨中添加铝制成的碳化钨铝硬质合金是近几年研究发展的新兴技术材料,碳化钨铝是部分铝原子进入碳化钨晶格中钨的格位而形成的替位式固溶体合金,其在具有碳化钨的高硬度,高耐磨性的基础上又兼备了铝的轻质、抗氧化性及优良的延展性。该合金硬度高(显微硬度大于 25GPa)、弯曲强度高(弯曲强度达到 1500MPa 以上)并且密度较低(富铝合金的密度可达 $3.0\text{g}/\text{cm}^3$),正在发展成为新型高硬度、高强度、良好加工性、抗氧化温度高的新型硬质合金,该材料有望在机械加工工具、玻璃切割、锻模、拉模、轧辊、油井钻具、矿山钻具、开凿钻具及电触点材料等方面得到应用。

[0004] 传统的碳化钨铝硬质合金制备方法是以前碳化钨粉末为原料,采用粉末冶金烧结工艺制备,但是由于碳化钨铝硬质合金具有熔点高、耐高温等性能,因此对烧结条件的要求较为苛刻并且难以实现其高致密烧结。为了降低烧结条件,获得高致密合金烧结体,现有技术中公开了采用以钴作为烧结剂制备碳化钨铝烧结体的方法,如申请号为 200610016994.1 的中国专利公开了一种碳化钨铝硬质合金烧结体,该专利中以碳化钨铝粉末为原料、钴为烧结剂通过真空热压烧结技术制备了一种碳化钨铝硬质合金烧结体,具有高致密度、高显微硬度和高弯曲强度。但是,钴属于稀有金属,成本较高,难以适应经济发展的要求。

发明内容

[0005] 本发明解决的技术问题在于提供一种碳化钨铝-铁镍硬质合金,具有与碳化钨铝-钴硬质合金相当的性能,致密度高、显微硬度高且弯曲强度高,但是成本较低。

[0006] 本发明提供了一种碳化钨铝-铁镍硬质合金,包括碳化钨铝、铁和镍;其中,铁和镍的摩尔比为 1 : 5 ~ 5 : 1。

[0007] 优选的,所述碳化钨铝的质量与铁和镍的总质量之比为 5 ~ 15 : 1。

[0008] 优选的,所述铁和镍的摩尔比为 1 : 3 ~ 3 : 1。

[0009] 优选的,所述碳化钨铝具有式 (I) 所示原子比:

[0010] $(\text{W}_{1-x}\text{Al}_x)\text{C}$ (I);

[0011] 式 (I) 中, $0.10 \leq x \leq 0.86$ 。

[0012] 本发明还提供了一种碳化钨铝-铁镍硬质合金的制备方法,包括以下步骤:

[0013] 将碳化钨铝粉末、铁粉和镍粉混合得到混合料;

- [0014] 将所述混合料进行冷压制成型,得到压坯;
- [0015] 将所述压坯进行真空烧结,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。
- [0016] 优选的,所述冷压制成型的压力为 400MPa ~ 500MPa。
- [0017] 优选的,所述真空烧结的温度为 1300℃ ~ 1500℃。
- [0018] 优选的,所述真空烧结的时间为 0.5h ~ 2h。
- [0019] 优选的,所述真空烧结的真空度小于 1×10^{-3} Pa。
- [0020] 优选的,还包括:将得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行抛光处理。
- [0021] 与现有技术相比,本发明以碳化钨铝粉末、铁粉和镍粉为原料,通过真空高温烧结技术制备了碳化钨铝-铁镍硬质合金。镍具有良好的机械强度、延展性和耐腐蚀性;铁具有较高的硬度、良好的延展性、可塑性和导热性,按 1 : 5 ~ 5 : 1 的摩尔比将铁和镍添加到碳化钨铝中可以使碳化钨铝合金具备高致密度、高显微硬度和高弯曲强度,与添加钴的碳化钨铝合金具有相当的性能。由于铁和镍在自然界分布广,取材容易,成本低,因此本发明制备得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金不仅具有高致密度、高显微硬度和高弯曲强度,而且成本较低,经济适用。

具体实施方式

[0022] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明优选实施方案进行描述,但是应当理解,这些描述只是为进一步说明本发明的特征和优点,而不是对本发明权利要求的限制。

[0023] 本发明实施例公开了一种碳化钨铝-铁镍硬质合金,包括碳化钨铝、铁和镍;其中,铁和镍的摩尔比为 1 : 5 ~ 5 : 1。

[0024] 所述碳化钨铝的质量与铁和镍的总质量之比为 5 ~ 15 : 1,优选为 7 ~ 12 : 1。

[0025] 所述碳化钨铝优选具有式 (I) 所示原子比:

[0026] $(W_{1-x}Al_x)C$ (I);

[0027] 式 (I) 中,优选的 x 满足, $0.10 \leq x \leq 0.86$,更优选的 x 满足, $0.20 \leq x \leq 0.70$ 。

[0028] 在本发明中,碳化钨铝为硬质相,铁和镍为烧结剂。镍是一种硬而有延展性的金属,熔点为 1453℃。镍具有很强的耐腐蚀能力,多用于合金制造和金属的电镀,增加基材的延展性和抗腐蚀性。铁是一种柔韧而有延展性的金属,具有较高的硬度、良好的延展性、可塑性和导热性。在本发明中,以铁和镍做为烧结剂,按 1 : 5 ~ 5 : 1 的摩尔比将铁和镍添加到碳化钨铝中使烧结体系获得合适的烧结温度和烧结气氛,提高烧结的速度,从而提高了碳化钨铝-铁镍硬质合金烧结体的强度,使钨铝-铁镍硬质合金烧结体具有良好的冶金性能。在本发明中,铁和镍的摩尔比为 1 : 5 ~ 5 : 1,优选为 1 : 3 ~ 3 : 1,更优选为 3 : 1、1 : 1 或 3 : 1。

[0029] 本发明还公开了一种碳化钨铝-铁镍硬质合金的制备方法,包括以下步骤:

[0030] 将碳化钨铝粉末、铁粉和镍粉混合得到混合料;

[0031] 将所述混合料进行冷压制成型,得到压坯;

[0032] 将所述压坯进行真空烧结,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。

[0033] 本发明中,制备碳化钨铝-铁镍硬质合金的原料包括碳化钨铝粉末。所述碳化钨铝粉末优选具有式 (I) 所示原子比:

[0034] $(W_{1-x}Al_x)C$ (I);

[0035] 式 (I) 中, 优选的 x 满足, $0.10 \leq x \leq 0.86$, 更优选的 x 满足, $0.20 \leq x \leq 0.70$ 。本发明对于所述碳化钨铝粉末的来源没有特殊限制, 可以按照中国专利 CN01129544.9 公开的方法制备获得。本发明中制备碳化钨铝-铁镍硬质合金的原料还包括铁粉和镍粉, 对于所述铁粉和镍粉来源也没有特殊限制。

[0036] 所述混合是首先将铁粉和镍粉按照摩尔比 1 : 5 ~ 5 : 1 进行混合, 铁和镍的摩尔比优选为 1 : 3 ~ 3 : 1, 更优选为 3 : 1、1 : 1 或 3 : 1; 然后将碳化钨铝粉末与铁粉和镍粉的混合物按照质量比 5 ~ 15 : 1 进行混合, 优选按质量比为 7 ~ 12 : 1 进行混合。

[0037] 本发明对于混合的方法没有特殊限制, 可以使用本领域技术人员熟知的方法, 如: 将混合粉末在锥形混合器、球磨机、V型混合器、螺旋混合器或酒桶式混合器中将粉末或混合料机械地混合均匀。混料可以采用本领域技术人员熟知的干法混料和湿法混料方法。湿法混料液体介质可以为酒精、丙酮或水等液体物质。本发明优选为湿法混料, 所述介质优选为酒精。

[0038] 得到混合料后, 将其在模具内按照本领域技术人员熟知的方法冷压制成型, 得到压坯; 所述冷压制成型的压力优选为 400MPa ~ 500MPa, 更优选为 430MPa ~ 470MPa。

[0039] 得到压坯后, 将其进行真空烧结, 得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。本发明中, 所述真空烧结采用了真空烧结装置, 通过在烧结过程中施加温度的同时增加真空条件, 从而促使金属颗粒之间的结合及成键, 实现了粉末的致密化烧结。由于合金烧结过程中温度一般较高, 因此真空高温烧结不仅可以抑制烧结过程中颗粒的氧化行为, 还保证了烧结过程中收缩的均匀性。所述真空烧结方法工艺简单、操作方便并且生产量较大。在真空烧结过程中, 真空度小于 1×10^{-3} Pa, 优选为 1×10^{-4} Pa ~ 1×10^{-3} Pa; 烧结温度为 1300°C ~ 1500°C, 优选为 1400°C ~ 1450°C; 烧结时间为 0.5h ~ 2h, 优选为 1h ~ 1.5h。

[0040] 经过烧结得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金以烧结体形式存在, 将碳化钨铝-铁镍硬质合金进行抛光处理、打磨、锻造等加工处理后可以得到各类产品。

[0041] 得到碳化钨铝-铁镍硬质合金后, 对其进行 X 射线衍射分析, 结果表明, 在真空高温烧结过程中碳化钨铝-铁镍硬质合金十分稳定, 没有分解, 结晶很好, 也没有与铁、镍形成金属间化合物, 并且最终得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金结构稳定, 结晶度明显提高。

[0042] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行密度测量和扫描电镜分析, 结果表明, 碳化钨铝-铁镍硬质合金致密度很高。

[0043] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行相对密度、显微硬度和弯曲强度进行测定, 结果表明, 得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金具有高致密度、高显微硬度和高弯曲强度。

[0044] 本发明以碳化钨铝粉末、铁粉和镍粉为原料, 通过真空高温烧结技术制备了碳化钨铝-铁镍硬质合金。镍具有良好的机械强度、延展性和耐腐蚀性; 铁具有较高的硬度、良好的延展性、可塑性和导热性, 按 1 : 5 ~ 5 : 1 的摩尔比将铁和镍添加到碳化钨铝中可以使碳化钨铝合金具备高致密度、高显微硬度和高弯曲强度, 与添加钴的碳化钨铝合金具有相当的性能。由于铁和镍在自然界分布广, 取材容易, 成本低, 因此本发明制备得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金不仅具有高致密度、高显微硬度和高弯曲强度, 而且成本较低, 经济适用。同时本发明提供的碳化钨铝-铁镍硬质合金的制备方法工艺简单、操作方便, 可以用于大批量生产。

[0045] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明提供的碳化钨铝-铁镍硬质合金及其制备方法进行说明,本发明的保护范围不受以下实施例的限制。

[0046] 实施例 1

[0047] 将 30 克 ($W_{0.5}Al_{0.5}$)C 粉末和 3 克铁粉与镍粉的混合物进行湿混,得到混合料,其中铁粉和镍粉摩尔比为 3 : 1。混合料在 450MPa 下冷压制成型后,在 $1 \times 10^{-3}Pa \sim 1 \times 10^{-4}Pa$ 真空条件下烧结,烧结温度为 1500℃,烧结时间为 1h,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金烧结体。将烧结体经过抛光处理,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。

[0048] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行 X 射线衍射分析,结果表明,在真空高温烧结过程中碳化钨铝-铁镍硬质合金十分稳定,没有分解,结晶很好,也没有与铁、镍形成金属间化合物,并且最终得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金结构稳定,结晶度明显提高。

[0049] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行密度测量和扫描电镜分析,结果表明,碳化钨铝-铁镍硬质合金致密度很高。

[0050] 对碳化钨铝-铁镍硬质合金进行相对密度、纤维硬度和弯曲强度进行测定,结果表明,得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金的相对密度为 99%,显微硬度为 2100Kg/mm²,弯曲强度为 1552MPa。

[0051] 实施例 2

[0052] 将 30 克 ($W_{0.5}Al_{0.5}$)C 粉末和 3 克铁粉与镍粉的混合物进行湿混,得到混合料,其中铁粉和镍粉摩尔比为 1 : 1。混合料在 450MPa 下冷压制成型后,在 $1 \times 10^{-3}Pa \sim 1 \times 10^{-4}Pa$ 真空条件下烧结,烧结温度为 1470℃,烧结时间为 1h,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金烧结体。将烧结体经过抛光处理后,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。

[0053] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行 X 射线衍射分析,结果表明,在真空高温烧结过程中碳化钨铝-铁镍硬质合金十分稳定,没有分解,结晶很好,也没有与铁、镍形成金属间化合物,并且最终得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金结构稳定,结晶度明显提高。

[0054] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行密度测量和扫描电镜分析,结果表明,碳化钨铝-铁镍硬质合金致密度很高。

[0055] 对碳化钨铝-铁镍硬质合金进行相对密度、纤维硬度和弯曲强度进行测定,测定结果表明,得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金的相对密度为 98%,显微硬度为 2010Kg/mm²,弯曲强度为 1466MPa。

[0056] 实施例 3

[0057] 将 30 克 ($W_{0.5}Al_{0.5}$)C 粉末和 3 克铁粉与镍粉的混合物进行湿混,得到混合料,其中铁粉和镍粉摩尔比为 1 : 3。混合料在 450MPa 下冷压制成型后,在 $1 \times 10^{-3}Pa \sim 1 \times 10^{-4}Pa$ 真空条件下烧结,烧结温度为 1400℃,烧结时间为 1h,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金烧结体。将烧结体经过抛光处理后,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。

[0058] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行 X 射线衍射分析,结果表明,在真空高温烧结过程中碳化钨铝-铁镍硬质合金十分稳定,没有分解,结晶很好,也没有与铁、镍形成金属间化合物,并且最终得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金结构稳定,结晶度明显提高。

[0059] 对碳化钨铝-铁镍硬质合金进行密度测量和扫描电镜分析,结果表明,碳化钨铝-铁镍硬质合金致密度很高。

[0060] 对碳化钨铝-铁镍硬质合金进行相对密度、纤维硬度和弯曲强度进行测定,测定

结果表明,得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金的相对密度为 98%,显微硬度为 1970Kg/mm²,弯曲强度为 1417MPa。

[0061] 实施例 4

[0062] 将 30 克 (W_{0.5}Al_{0.5})C 粉末和 4 克铁粉与镍粉的混合物进行湿混,得到混合料,其中铁粉和镍粉摩尔比为 3 : 1。混合料在 450MPa 下冷压制成型后,在 1×10⁻³Pa ~ 1×10⁻⁴Pa 真空条件下烧结,烧结温度为 1390℃,烧结时间为 1h,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金烧结体。将烧结体经过抛光处理后,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。

[0063] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行 X 射线衍射分析,结果表明,在真空高温烧结过程中碳化钨铝-铁镍硬质合金十分稳定,没有分解,结晶很好,也没有与铁、镍形成金属间化合物,并且最终得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金结构稳定,结晶度明显提高。

[0064] 对碳化钨铝-铁镍硬质合金进行密度测量和扫描电镜分析,结果表明,碳化钨铝-铁镍硬质合金致密度很高。

[0065] 对碳化钨铝-铁镍硬质合金进行相对密度、纤维硬度和弯曲强度进行测定,测定结果表明,得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金的相对密度为 99%,显微硬度为 1948Kg/mm²,弯曲强度为 1630MPa。

[0066] 实施例 5

[0067] 将 30 克 (W_{0.5}Al_{0.5})C 粉末和 5 克铁粉与镍粉的混合物进行湿混,得到混合料,其中铁粉和镍粉摩尔比为 3 : 1。混合料在 450MPa 下冷压制成型后,在 1×10⁻³Pa ~ 1×10⁻⁴Pa 真空条件下烧结,烧结温度为 1380℃,烧结时间为 1h,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金烧结体。将烧结体经过抛光处理后,得到碳化钨铝-铁镍硬质合金。

[0068] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行 X 射线衍射分析,结果表明,在真空高温烧结过程中碳化钨铝-铁镍硬质合金十分稳定,没有分解,结晶很好,也没有与铁、镍形成金属间化合物,并且最终得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金结构稳定,结晶度明显提高。

[0069] 对得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金进行密度测量和扫描电镜分析,结果表明,碳化钨铝-铁镍硬质合金致密度很高。

[0070] 对碳化钨铝-铁镍硬质合金进行相对密度、纤维硬度和弯曲强度进行测定,测定结果表明,得到的碳化钨铝-铁镍硬质合金的相对密度为 98%,显微硬度为 1846Kg/mm²,弯曲强度为 1745MPa。

[0071] 比较例 1

[0072] 将 9 克的 (W_{0.5}Al_{0.5})C 粉末与 1.50 克钴粉混合后放入石墨磨具中,在 1×10³Pa 真空条件下烧结,烧结温度为 1500℃,压力为 20MPa,烧结时间为 15 分钟,得到碳化钨铝-钴合金烧结体。将碳化钨铝-钴合金烧结体经过抛光处理,得到碳化钨铝-钴合金。对碳化钨铝-钴合金进行相对密度、纤维硬度和弯曲强度进行测定,结果表明,得到的碳化钨铝-钴合金的相对密度为 99%,显微硬度为 1876Kg/mm²,弯曲强度为 1130MPa。

[0073] 以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0074] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的

一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。