



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101857943 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 13

(21) 申请号 201010191096. 6

(22) 申请日 2010. 06. 03

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山 381
号

(72) 发明人 肖志瑜 秦志刚 林小为 张文
李元元

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 盛佩珍

(51) Int. Cl.

C22C 38/24 (2006. 01)

B22F 3/14 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

一种粉末冶金弹簧钢复合材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种粉末冶金弹簧钢复合材料及其制备方法，复合材料按质量百分比计的组分及其含量为 45CrMoV 85~95%，碳化铌粉 5~15%；这种粉末冶金弹簧钢复合材料采用高能球磨和热等静压烧结相结合的方法制备。本发明采用高能球磨，将 NbC 均匀弥散分布于 45CrMoV 弹簧钢基体之中，在保证材料力学性能的同时使得材料的耐磨性大大提高；通过高能球磨和热等静压烧结相结合的方法有效的解决了增强颗粒和基体的融合和界面问题，使得增强颗粒和基体结合得更紧密。该弹簧钢复合材料特别是适用于制造弹性元件。

1. 一种粉末冶金弹簧钢复合材料,其特征在于:本材料按质量百分比计的组分及其含量为 45CrMoV 85-95%,碳化铌粉 5-15%;其硬度为 HRC40.5-46,屈服强度 1108-1250MPa,抗拉强度 1210-1323MPa,弹性模量 190-208GPa,伸长率 2.0-5.4%,耐磨性为铸造 45CrMoV 材料的 2.5-6 倍。

2. 一种粉末冶金弹簧钢复合材料的制备方法,其特征在于:该制备方法采用高能球磨和热等静压烧结相结合的方法,具体步骤及工艺条件如下:

步骤一:备料

按下列配比备粉末料:

成分	粒径	质量百分比用量
45CrMoV 粉	$\leq 150 \mu\text{m}$	85-95%
碳化铌粉	1-3 μm	5-15%

步骤二:混合与球磨

在 V 型混料机上至少干混 2 小时后,高能球磨 10-20 小时,球磨至 NbC 颗粒的粒径为 200nm-400nm, NbC 颗粒均匀弥散分布于 45CrMoV 弹簧钢基体中;

步骤三:热等静压烧结

将上述粉末装于不锈钢包套中,并抽真空至真空度至少低于 10-1Pa 后焊封,经检查确认包套完全气密后将其放入热等静压炉内烧结,烧结参数为:温度 1120-1180 °C,压强 70-100MPa,保温时间 2-3h,即得到制造弹性元件用粉末冶金弹簧钢材料。

3. 根据权利要求 2 所述的一种粉末冶金弹簧钢复合材料的制备方法,其特征在于:所述 45CrMoV 粉为等离子旋转电极法制备。

4. 根据权利要求 2 所述的一种粉末冶金弹簧钢复合材料的制备方法,其特征在于:所述高能球磨是指在球磨介质为直径 8-16mm 的不锈钢球,球料比 15 : 1-10 : 1,球磨机转速 200-260 转 / 分,保护气体为氩气的行星球磨机上进行。

一种粉末冶金弹簧钢复合材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及粉末冶金技术，具体是指一种粉末冶金弹簧钢复合材料及其制备方法，该弹簧钢复合材料特别是适用于制造弹性元件。

背景技术

[0002] 弹簧钢是专门用来制造各类弹性元件的钢种。现有的弹簧钢材料主要有碳素弹簧钢、低合金弹簧钢和高合金弹簧钢。45CrMoV是低合金弹簧钢的一种，它属于耐热弹簧钢，具有很好的室温和高温力学性能，尤其是高温抗松弛性能更为优良。但是其耐磨性稍差，使得在某些工况条件下弹性元件的磨损严重，影响弹性元件的精密度和使用寿命。

[0003] 颗粒增强钢铁基复合材料是二十世纪五十年开始发展起来的一类材料，主要是为了发展一类具有高的比强度、比模量、耐高温、耐磨损的复合材料。增强颗粒主要有金属碳化物、金属氮化物、金属氧化物和金属间化合物等。增强颗粒的加入使得材料的高温稳定性和耐磨性等得到提高。但是由于增强颗粒和钢铁基体材料物理化学性质、表面特征差异等，使得材料的力学性能不可避免的有所下降。如何解决因增强颗粒的加入使得复合材料力学性能有所降低的问题，有待进一步的研究。因此，在提高材料的耐磨性和高温稳定性的同时，最大限度的保证材料的强度，是一个值得进一步研究的问题。目前，用作颗粒增强钢铁基复合材料基体材料主要有工具钢、高速钢和不锈钢等。关于使用45CrMoV弹簧钢作为基体的颗粒增强钢铁基复合材料未见报道。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足之处，提供一种粉末冶金弹簧钢复合材料及其制备方法，该弹簧钢复合材料具有比强度、比模量高、高温稳定性好、耐磨损的特点。

[0005] 本发明的目的可以通过如下措施来实现：

[0006] 一种粉末冶金弹簧钢复合材料，其按质量百分比计的组分及其含量为45CrMoV 85-95%，碳化铌粉5-15%；其硬度为HRC40.5-46，屈服强度1108-1250MPa，抗拉强度1210-1323MPa，弹性模量190-208GPa，伸长率2.0-5.4%，耐磨性为铸造45CrMoV材料的2.5-6倍。

[0007] 一种粉末冶金弹簧钢复合材料的制备方法，采用高能球磨和热等静压烧结相结合的方法，具体步骤及工艺条件如下：

[0008] 步骤一：备料

[0009] 按下列配比备粉末料：

	成分	粒径	质量百分比用量
[0010]	45CrMoV 粉	≤150 μm	85-95%
	碳化铌粉	1-3 μm	5-15%

[0011] 步骤二：混合与球磨

[0012] 在 V 型混料机上至少干混 2 小时后，高能球磨 10–20 小时，球磨至 NbC 颗粒的粒径为 200nm–400nm，NbC 颗粒均匀弥散分布于 45CrMoV 弹簧钢基体中；

[0013] 步骤三：热等静压烧结

[0014] 将上述粉末装于不锈钢包套中，并抽真空至真空中度至少低于 10⁻¹Pa 后焊封，经检查确认包套完全气密后将其放入热等静压炉内烧结，烧结参数为：温度 1120–1180℃，压强 70–100MPa，保温时间 2–3h，即得到制造弹性元件用粉末冶金弹簧钢材料。

[0015] 所述 45CrMoV 粉为等离子旋转电极法制备。

[0016] 所述高能球磨是指在球磨介质为直径 8–16mm 的不锈钢球，球料比 15 : 1–10 : 1，球磨机转速 200–260 转 / 分，保护气体为氩气的行星球磨机上进行。

[0017] 本发明与现有技术相比，具有如下优点：

[0018] 1、本发明采用高能球磨将 NbC 颗粒尺寸球磨至 200–400nm，且均匀弥散分布于 45CrMoV 弹簧钢基体之中，在保证材料力学性能的同时使得材料的耐磨性大大提高。

[0019] 2、本发明通过高能球磨和热等静压烧结相结合的方法有效的解决了增强颗粒和基体的融合和界面问题，使得增强颗粒和基体结合得更紧密。

[0020] 3、本发明的粉末冶金弹簧钢复合材料具有良好的成形性，配合粉末冶金近净成型的特点，可以制备出接近最终形状的弹性元件，减少了传统制备方法的后续加工。

具体实施方式

[0021] 通过如下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。

[0022] 实施例 1

[0023] 步骤一：备料

[0024] 按下列配比备粉末料：

	成分	粒径	质量百分比用量
[0025]	45CrMoV 粉	≤150 μm	95%
	碳化铌粉	1 μm	5%

[0026] 步骤二：混合与球磨

[0027] 在 V 型混料机上至少干混 2 小时后，高能球磨 15 小时，球磨介质为直径 8mm 的不锈钢球，球料比 10 : 1，球磨机转速 226 转 / 分，使用氩气作保护气体，球磨至 NbC 颗粒的粒径为 200nm–400nm，NbC 颗粒均匀弥散分布于 45CrMoV 弹簧钢基体中；

[0028] 步骤三：热等静压烧结

[0029] 将上述粉末装于不锈钢包套中，并抽真空至真空中度至少低于 10⁻¹Pa 后焊封，经检查确认包套完全气密后将其放入热等静压炉内烧结，烧结参数为：温度 1180℃，压强 70MPa，保温时间 3h。

[0030] 即得到弹性锥套粉末冶金复合材料，其硬度为 HRC40.5，屈服强度 1205MPa，抗拉强度 1323MPa，弹性模量 208GPa，伸长率 5.4%，耐磨性为铸造 45CrMoV 材料的 2.5 倍。

[0031] 实施例 2

[0032] 步骤一 : 备料

[0033] 按下列配比备粉末料 :

	成分	粒径	质量百分比用量
[0034]	45CrMoV 粉	$\leq 150 \mu\text{m}$	90%
	碳化铌粉	$3 \mu\text{m}$	10%

[0035] 步骤二 : 混合与球磨

[0036] 在 V 型混料机上至少干混 2 小时后, 高能球磨 20 小时, 球磨介质为直径 16mm 的不锈钢球, 球料比 15 : 1, 球磨机转速 200 转 / 分, 使用氩气作保护气体, 球磨至 NbC 颗粒的粒径为 200nm~400nm, NbC 颗粒均匀弥散分布于 45CrMoV 弹簧钢基体中 ;

[0037] 步骤三 : 热等静压烧结

[0038] 将上述粉末装于不锈钢包套中, 并抽真空至真空度至少低于 10^{-1}Pa 后焊封, 经检查确认包套完全气密后将其放入热等静压炉内烧结, 烧结参数为 : 温度 1120 °C, 压强 100MPa, 保温时间 2h。

[0039] 即得到弹性锥套粉末冶金复合材料, 其硬度为 HRC44, 屈服强度 1143MPa, 抗拉强度 1250MPa, 弹性模量 196GPa, 伸长率 2.2%, 耐磨性为铸造 45CrMoV 材料的 4 倍。

[0040] 实施例 3

[0041] 步骤一 : 备料

[0042] 按下列配比备粉末料 :

	成分	粒径	质量百分比用量
[0043]	45CrMoV 粉	$\leq 150 \mu\text{m}$	85%
	碳化铌粉	$2 \mu\text{m}$	15%

[0045] 步骤二 : 混合与球磨

[0046] 在 V 型混料机上至少干混 2 小时后, 高能球磨 10 小时, 球磨介质为直径 12mm 的不锈钢球, 球料比 12 : 1, 球磨机转速 260 转 / 分, 使用氩气作保护气体, 球磨至 NbC 颗粒的粒径为 200nm~400nm, NbC 颗粒均匀弥散分布于 45CrMoV 弹簧钢基体中 ;

[0047] 步骤三 : 热等静压烧结

[0048] 将上述粉末装于不锈钢包套中, 并抽真空至真空度至少低于 10^{-1}Pa 后焊封, 经检查确认包套完全气密后将其放入热等静压炉内烧结, 烧结参数为 : 温度 1150 °C, 压强 80MPa, 保温时间 2.5h。

[0049] 即得到弹性锥套粉末冶金复合材料, 其硬度为 HRC46, 屈服强度 1108MPa, 抗拉强度 1210MPa, 弹性模量 190GPa, 伸长率 2.0%, 耐磨性为铸造 45CrMoV 材料的 6 倍。