

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710018342.6

[51] Int. Cl.

C22C 47/14 (2006.01)

C22C 49/02 (2006.01)

C22C 49/14 (2006.01)

C22C 101/10 (2006.01)

C22C 101/20 (2006.01)

C22C 101/14 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 9 月 3 日

[11] 公开号 CN 101255537A

[51] Int. Cl. (续)

C22C 101/04 (2006.01)

[22] 申请日 2007.7.2

[21] 申请号 200710018342.6

[71] 申请人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工坪
287 号

[72] 发明人 姜金龙 杨 华 李维学 戴剑峰
魏智强 王 青 马 军 蒲忠胜
刘延君 冯旺军

[74] 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任公
司

代理人 董 斌

权利要求书 2 页 说明书 3 页

[54] 发明名称

纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法

[57] 摘要

纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，首先向预先处理的金属粉末与纤维的混合物中加入有机溶剂，混合均匀，将混合均匀的混合物装入模具中，对模具进行预热，蒸干有机溶剂；然后将装有混合物的模具在振动台上进行反复的机械振动，振动时间小于或等于 1 小时，振动频率为 0.1 ~ 2000Hz；最后，通过对模具加压将混合物压实，制备出具有预定外型的生坯，将制备的生坯放入真空或有惰性气体保护的高温炉中烧结；烧结温度为 500℃ ~ 1400℃，烧结时间为 0.5 ~ 16 小时，制备得到纤维在金属粉末中沿振动方向呈现梯度分布的纤维增强金属基梯度复合材料，通过振动时间和振动频率对纤维分布进行调控，方法简单，重复性好，适合规模化生产。

- 1、纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于工艺步骤为：首先向预先处理的金属粉末与纤维的混合物中加入有机溶剂，混合均匀，将混合均匀的混合物装入模具中，对模具进行预热，蒸干有机溶剂；然后将装有混合物的模具在振动台上进行反复的机械振动，振动时间小于或等于 1 小时，振动频率为 0.1~2000Hz；最后，通过对模具加压将混合物压实，制备出具有预定外型的生坯，将制备的生坯放入真空或有惰性气体保护的高温炉中烧结；根据金属粉末的不同其烧结温度为 500℃~1400℃，烧结时间为 0.5~16 小时，制备得到纤维在金属粉末中沿振动方向呈现梯度分布的纤维增强金属基梯度复合材料。
- 2、根据权利要求 1 所述的纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于：对预先处理的金属粉末与纤维的混合物进行机械振动，依靠纤维与金属密度和形状的差异使纤维在粉末中呈现梯度分布。
- 3、根据权利要求 1 所述的纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于：金属粉末包括 Cu、Al、Fe、Mg、Ni、Ti，或它们的合金。
- 4、根据权利要求 1 所述的纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于：纤维包括 C_f、B_f、G_f、SiC_f、Al₂O_{3f}，或其它与所复合的金属密度有差异的纤维。
- 5、根据权利要求 1 所述的纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于：在预先处理的金属粉末与纤维的混合物中纤维的体积含量为 5%~60%。
- 6、根据权利要求 1 所述的纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于首先将纯度为 99.0%的铜粉和长度为 2~3mm 的碳纤维在球磨机混合，加入适量酒精混合 30 分钟，将混合均匀的粉末装入模具中，在 40℃~60℃对模具预热，挥发酒精使混合粉末干燥。然后将模具振动 20~40 次，振动频率 5~10Hz。对模具施加 300 MPa 的压强，制得生坯；将制备的生坯放在真空炉内烧结，在 400℃烧结 1 小时后，升温至 920℃烧结 2 小时，最后随炉冷却，得到制备 Cr-Cu 梯度复合材料。

7、根据权利要求1所述的纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于首先将一定比例的 $\text{Cu4\%Al}$ 金属粉末和长度为 $2\sim 2\text{mm}$ 的碳纤维在球磨机中混合，加入适量酒精混合30分钟。将混合均匀的粉末装入模具中，在 $40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 对模具预热，挥发酒精使混合粉末干燥，然后将模具振动 $20\sim 40$ 次，振动频率 $5\sim 10\text{Hz}$ 。对模具施加 300 MPa 的压强，制得生坯，将制备的生坯放在真空炉内烧结，在 400°C 烧结1小时后，升温至 910°C 烧结2小时，最后随炉冷却，得到 $\text{C}_f\text{-Cu4\%Al}$ 梯度复合材料。

8、根据权利要求1所述的纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法，其特征在于首先将一定比例的 Ni 金属粉末和长度为 $2\sim 3\text{mm}$ 的碳纤维在球磨机中加入适量酒精混30分钟。将混合均匀的粉末装入模具中，在 200°C 对模具预热，挥发酒精使混合粉末干燥。然后将模具振动 $20\sim 40$ 次，振动频率 $5\sim 10\text{Hz}$ 。对模具施加 350 MPa 的压强，制得生坯。将制备的生坯放在真空炉内烧结，在 600°C 烧结1小时后，升温至 1320°C 烧结2小时，最后随炉冷却，得到 $\text{C}_f\text{-Ni}$ 梯度复合材料。

纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法

技术领域

本发明属于复合材料制备技术,特别涉及在机械振动作用下利用粉末冶金工艺制备纤维增强金属基梯度复合材料的方法。

背景技术

梯度复合材料(Gradient Composite Materials)是一种组织成分和微观结构(陶瓷、金属或合金、有机物、纤维等)连续地呈梯度变化内部不存在明显的界面,从而使材料的性质和功能,沿厚度方向也呈梯度变化的一种新型复合材料。这种复合材料的显著特点是克服了结合部分的性能不匹配问题,使材料的两侧具有不同的性质和功能,材料的成分呈梯度分布的同时材料性能也呈梯度分布。梯度材料和传统材料相比,主要特点在于其性能和显微结构的可设计性和控制性,从而实现对材料的强度、韧性、刚度、光学、电学和热学特性的人为设计和控制,以适应不同应用的环境。目前梯度复合材料的制备技术主要有等离子喷涂法、气相沉积法、液态铸造法、粉末冶金法及激光熔覆等工艺。粉末冶金法是粉末冶金法是将原料粉末按不同混合比混合均匀,然后将不同配比的粉末以梯度分布方式积层排列,再经压制烧结而成。粉末冶金法工艺简单,制造成本低廉,适用于工业规模生产,但其制备的梯度材料第二相组分只能呈非连续性的阶梯式变化。对于制备第二相含量易调控且呈连续梯度分布的复合材料仍然是梯度复合材料制备的一个难点。

发明内容

本发明目的是提供一种纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法。

本发明是一种纤维增强金属基梯度复合材料制备的方法,其工艺步骤为:首先向预先处理的金属粉末与纤维的混合物中加入有机溶剂,混合均匀,将混合均匀的混合物装入模具中,对模具进行预热,蒸干有机溶剂;然后将装有混

合物的模具在振动台上进行反复的机械振动，振动时间小于或等于 1 小时，振动频率为 0.1~2000Hz；最后，通过对模具加压将混合物压实，制备出具有预定外型的生坯，将制备的生坯放入真空或有惰性气体保护的高温炉中烧结；根据金属粉末的不同其烧结温度为 500℃~1400℃，烧结时间为 0.5~16 小时，制备得到纤维在金属粉末中沿振动方向呈现梯度分布的纤维增强金属基梯度复合材料。

本发明的有益之处在于：在复合材料制备的混料过程中，根据金属粉末与纤维密度的差异，在机械振动的作用下，使纤维在混合粉末中的形成梯度分布，然后对粉末成型、烧结，制备出纤维增强金属梯度复合材料。通过振动时间和振动频率对纤维分布进行调控，方法简单，重复性好，适合规模化生产。

具体实施方式

本发明的工艺步骤为：

①将纤维进行预处理，例如表面金属化学镀或电镀金属层。将处理过的纤维切短（小于 10 mm）备用。

②按比例称取一定量的金属粉末和纤维，将金属粉末（100 目-300 目）与纤维在球磨机或混料机中混合均匀。采用湿式混料方法，加入有机溶剂，如酒精，防止金属粉末氧化，同时提高混料效率。

③将混合均匀的粉末装入模具中，对模具进行预热（40℃以上），蒸干酒精。

④将装有混合粉末的模具在振动台上反复振动，由于纤维密度与金属密度相差较大，纤维在金属粉末中沿振动方向呈现梯度分布，振动时间小于或等于 1 小时，振动频率为 0.1~2000Hz，对纤维分布进行控制。

⑤然后通过对模具加压将粉末压实，制备出具有预定外型的生坯。

⑥将制备的生坯放入真空或有惰性气体保护的高温炉中烧结，根据金属粉末的不同，其烧结温度为 500℃~1400℃，烧结时间为 0.5~16 小时。

⑦最后随炉冷却，制备得到连续变化分布的纤维增强金属基梯度复合材料。

本发明的金属粉末包括 Cu、Al、Fe、Mg、Ni、Ti，或它们的合金。纤维包括 C_f、B_f、G_f、SiC_f、Al₂O_{3f}，或其它与所复合的金属密度有差异的纤维。预

先处理的金属粉末与纤维的混合物中纤维的体积含量为 5%~60%。

实施例 1: 制备 C_f -Cu 梯度复合材料

首先, 将一定比例纯度为 99.0%的铜粉和长度为 2~3mm 的碳纤维在球磨机中加入适量酒精混合 30 分钟。将混合均匀的粉末装入模具中, 在 40℃~60℃ 对模具预热, 挥发酒精使混合粉末干燥。然后将模具振动 20~40 次, 振动频率 5~10Hz。对模具施加 300 MPa 的压强, 制得生坯。将制备的生坯放在真空炉内烧结, 在 400℃烧结 1 小时后, 升温至 920℃烧结 2 小时, 最后随炉冷却。得到的复合材料一端体积分数低(如 3%), 另一端体积分数高(如 10%), 碳纤维在金属铜中呈梯度分布。

实施例 2: 制备 C_f -Cu4%Al 梯度复合材料

首先, 将一定比例的 Cu4%Al 金属粉末和长度为 2~2mm 的碳纤维在球磨机中加入适量酒精混合 30 分钟。将混合均匀的粉末装入模具中, 在 40℃~60℃ 对模具预热, 挥发酒精使混合粉末干燥。然后将模具振动 20~40 次, 振动频率 5~10Hz。对模具施加 300 MPa 的压强, 制得生坯。将制备的生坯放在真空炉内烧结, 在 400℃烧结 1 小时后, 升温至 910℃烧结 2 小时, 最后随炉冷却, 得到 C_f -Cu4%Al 梯度复合材料。

实施例 3: 制备 C_f -Ni 梯度复合材料

首先, 将一定比例的 Ni 金属粉末和长度为 2~3mm 的碳纤维在球磨机中加入适量酒精混 30 分钟。将混合均匀的粉末装入模具中, 在 200℃对模具预热, 挥发酒精使混合粉末干燥。然后将模具振动 20~40 次, 振动频率 5~10Hz。对模具施加 350 MPa 的压强, 制得生坯。将制备的生坯放在真空炉内烧结, 在 600℃烧结 1 小时后, 升温至 1320℃烧结 2 小时, 最后随炉冷却, 得到 C_f -Ni 梯度复合材料。

上述的振动次数、振动频率、制坯压强、烧结温度和保温时间随纤维与金属的组合不同和纤维在金属中的分布梯度的不同而不同。