

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B22F 9/04

C22C 27/04 C22C 1/04

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01129545.7

[43] 公开日 2002年1月2日

[11] 公开号 CN 1328890A

[22] 申请日 2001.6.26 [21] 申请号 01129545.7
[71] 申请人 中国科学院长春应用化学研究所
地址 130022 吉林省长春市人民大街159号
[72] 发明人 马贤锋 阎学伟 赵伟 武士学

[74] 专利代理机构 长春科学专利代理有限公司
代理人 曹桂珍

权利要求书1页 说明书4页 附图页数0页

[54] 发明名称 钨铝合金粉末的制备方法

[57] 摘要

本发明属于钨铝合金粉末的制备方法。该方法以金属钨粉和铝粉为原料,在保证这两个高熔点差和密度差的金属具有良好的固相反应接触面的同时,局部地、瞬时地、间隙式地提供键合能量,使金属钨表面合金化,再通过反应物的随机运动提供新接触面和晶粒内部的固相扩散实现合金的均匀化,在常温下合成钨铝合金。合金组分 $W_{1-x}Al_x$, $x=0.01-0.86$ 。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种钨铝合金粉末的制备方法，其特征在于选择粒度小于 200 目，纯度大于 99.8% 的金属钨粉，粒度小于 200 目，纯度大于 99.5% 的铝粉，按合金组分 $W_{1-x}Al_x$ ， $x=0.01-0.86$ 称量，将二金属粉加入高能球磨罐中，球料比为 30: 1-50: 1，氩气保护下密封，合成时间 4-140 小时；当 $x=0.55-0.86$ 时，将铝粉分数次在合成过程中逐渐加入，获得钨铝合金。

2. 如权利要求 1 所述的钨铝合金粉末的制备方法，其特征在于所述钨铝合金的组成为 $W_{1-x}Al_x$ ， $x=0.01-0.86$ 。

说明书

钨铝合金粉末的制备方法

本发明属于钨铝合金粉末的制备方法。

钨是化学元素周期表中第 74 号元素，它具有最高的熔点（3410 度）、极高的密度（19.25 克每立方厘米）、最低的热膨胀系数和蒸汽压、优良的电导率和热导率，在高温结构材料和功能材料中有着重要的地位。在灯丝发光、阴极射线发射、半导体支架、电触点、航空航天等许多领域都是不可替代的关键材料。金属铝以其轻质、低熔点、抗氧化性、高导热导电和良好延展性为特点。将这两个金属合金化非常有希望实现材料高强度，良好的电导性、热导性、抗氧化性和加工性，得到高比强度耐高温结构材料和功能材料。钨和铝的高熔点差（2710 度）和密度差（前者是后者的 7.1 倍）形成了合金的许多特点。但正是由于它们的高熔点差和密度差造成了合金制备上的困难，传统的合金制备技术—熔炼法不能得到钨铝合金。欧阳义芳等人在 2000 年 1 月出版的第 30 卷第 1 期《中国科学》A 辑 上发表了“Al-W 二元合金机械合金化扩展固溶度研究”的论文，文中利用行星式高能球磨机对 $Al_{1-x}W_x$ ($x=0.1, 0.5, 0.8, 0.9$) 进行了研究，但只得到了组分为 $Al_{0.1}W_{0.9}$ 和 $Al_{0.5}W_{0.5}$ 纯合金，铝含量较高的 $Al_{0.8}W_{0.2}$ 和 $Al_{0.9}W_{0.1}$ 合金未能得到。他们通过嵌入理论模型计算铝的最大溶解度为 65.6%。原因是一个铝原子进入钨晶格的合金化过程，随着铝量的增加，形成合金的难度会明显增加，但是通过改进合成技术铝的溶解度大于 65.6% 的合金

是可以制备的。

本发明的目的提供一种钨铝合金的制备方法。该方法以金属钨粉和铝粉为原料，通过机械合金化在常温下合成钨铝合金。

在铝钨比为 1: 1 时，合金组分为 $W_{0.5} Al_{0.5}$ ，在铝钨比为 2: 1 时，合金组分为 $W_{0.33} Al_{0.67}$ ，在铝钨比为 3: 1 时，合金组分为 $W_{0.25} Al_{0.75}$ ，在铝钨比为 6: 1 时，合金组分为 $W_{0.14} Al_{0.86}$ 。合金组分从 $W_{0.5} Al_{0.5}$ 到 $W_{0.14} Al_{0.86}$ 表面看铝含量增加幅度不大，但其原子个数比已从 1: 1 增加到 6: 1。随着铝钨原子个数比的增加，形成合金所需的能量会明显增加，过多的合金化以前的铝还会在合成过程中锻接，这应是欧阳义芳等人得不到高铝钨比合金的主要原因。本发明采用振动式机械合金化装置，通过铝的分阶段加入方式防止铝锻接，通过球的撞击、摩擦等方式，将球的动能提供给反应体系，同时保证两金属有良好地接触，使良好延展性的铝金属表面原子通过表面扩散进入金属钨的晶格，最后得到最高原子比为 6: 1 的合金。振动式机械合金化装置不仅合成能量大、效率高，而且其能量提供方式以机械碰撞的宏观动能为主体，更有利于合金的形成，所以其合成时间短、合金区域更宽。

本发明选择粒度小于 200 目，纯度大于 99.8% 的金属钨粉，粒度小于 200 目，纯度大于 99.5% 的铝粉，按合金组分 $W_{1-x}Al_x$ ， $x=0.01-0.86$ 称量，将二金属粉加入高能球磨罐中，球料比为 30: 1-50: 1，氩气保护下密封，合成时间 4-140 小时。当 $x=0.55-0.86$ 时，将铝粉分数次在合成过程中逐渐加入，获得钨铝合金。

产物经 X 射线粉末衍射证实其铝完全进入钨晶格， $W_{1-x}Al_x$ 合金在 $x=0.01-0.86$ 内均为金属钨结构。电子探针分析表明组元分布

均匀，团聚颗粒为 1 微米左右。由于合金的形成是铝进入金属钨的晶格，所以本发明将合金称为钨铝合金。

本发明的特点是在保证这两个高熔点差和密度差的金属具有良好的固相反应接触面的同时，局部地、瞬间地、间隙式地提供键合能量，使金属钨表面合金化，再通过反应物的随机运动提供新接触面和晶粒内部的固相扩散实现合金的均匀化。本发明工艺简单、操作方便、室温合成，适用于无法用熔炼法制备的高熔点差和密度差金属间的合金的制备。

本发明提供的实施例如下：

实施例 1：将金属钨粉粒度小于 200 目，纯度 99.8%，铝粉粒度 200 目，纯度 99.5%，按合金组分 $W_{0.99}Al_{0.01}$ 称量 100 克，将二金属粉加入高能球磨罐中，放入钢球 3000 克，氩气保护密封，振动频率为 1800 次/分，合成时间 4 小时，得到合金 $W_{0.99}Al_{0.01}$ 。

实施例 2：将金属钨粉粒度小于 200 目，纯度 99.8%，铝粉粒度 200 目，纯度 99.8%，按合金组分 $W_{0.5}Al_{0.5}$ 称量 100 克，将二金属粉加入高能球磨罐中，放入钢球 5000 克，氩气保护密封，振动频率为 1800 次/分，合成时间 8 小时，得到合金 $W_{0.5}Al_{0.5}$ 。

实施例 3：将实施例 2 中制备的 $W_{0.5}Al_{0.5}$ 100 克，再加入 $W_{0.45}Al_{0.55}$ 剂量所需的铝粉，放入钢球 5000 克，氩气保护密封，振动频率为 1800 次/分，合成时间 12 小时，得到合金 $W_{0.45}Al_{0.55}$ 。

实施例 4：将实施例 2 中制备的 $W_{0.5}Al_{0.5}$ 100 克，再加入 $W_{0.33}Al_{0.67}$ 剂量所需的铝粉，放入钢球 5000 克，氩气保护密封，振动频率为 1800 次/分，合成时间 12 小时，得到合金 $W_{0.33}Al_{0.67}$ 。

实施例 5：称实施例 3 中制备的 $W_{0.33}Al_{0.67}$ 100 克，再按 $W_{0.25}Al_{0.75}$

称量补足剂量所需的铝粉，放入钢球 5000 克，氩气保护密封，振动频率为 1800 次/分，合成时间 20 小时，得到合金 $W_{0.25}Al_{0.75}$ 。

实施例 6：称实施例 4 中制备的 $W_{0.25}Al_{0.75}$ 100 克，再按 $W_{0.2}Al_{0.8}$ 称量补足剂量所需的铝粉，放入钢球 5000 克，氩气保护密封，振动式机械合金化成罐中，振动频率为 1800 次/分，30 小时，得到的产物为 $W_{0.2}Al_{0.8}$ 。

实施例 7：称实施例 5 中制备的 $W_{0.2}Al_{0.8}$ 100 克，再按 $W_{0.17}Al_{0.83}$ 称量补足剂量所需的铝粉，放入钢球 5000 克，氩气保护密封，放入振动式机械合金化成罐中，振动频率为 1800 次/分，35 小时，得到的产物为 $W_{0.17}Al_{0.83}$ 。

实施例 8：称实施例 6 中制备的 $W_{0.17}Al_{0.83}$ 100 克，再按 $W_{0.14}Al_{0.86}$ 称量补足剂量所需的铝粉，放入钢球 5000 克，氩气保护密封，放入振动式机械合金化成罐中，振动频率为 1800 次/分，35 小时，得到的产物为 $W_{0.14}Al_{0.86}$ 。