

硼酸铝晶须的性质、制备和开发前景

李 武

(中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008)

摘要: 无机材料在国民经济和国防建设中均占有重要地位, 简单介绍了一种重要的新型无机功能材料——硼酸铝晶须的性能、制备和应用前景

关键词: 无机材料; 硼酸铝晶须

中图分类号: O 784 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2000) 03-0040-04

硼酸铝晶须是一种能广泛应用于轻金属基合金、功能塑料复合材料、陶瓷纤维和涂料等添加增强的新型无机材料。自 1994 年起, 中国科学院青海盐湖研究所的有关科研人员即开始了硼酸铝晶须的合成制备工艺实验, 并在青海省科委的资助下, 于 1998 年完成了硼酸铝晶须新材料研制的全部试验室工作。由于硼酸铝晶须产品的生产和应用对我国系列产品的升级换代和提高企业经济效益等方面都具有现实的或潜在的巨大促进作用, 1999 年国家计划委员会将“百吨级硼酸铝晶须生产线”建设列入“当前优先发展的高技术产业化重点领域指南”和 1999 年度高技术产业化推广项目。当年, 在青海省计划委员会的支持下, 中国科学院青海盐湖研究所和青海省投资公司以技术—资金投入方式成立青海海兴科技开发有限公司, 进行硼酸铝晶须工业性实验和下游产品开发。

1 硼酸铝晶须的性能

硼酸铝 ($Al_{18}B_4O_{33}$) 是一种针状单晶, 其晶体结构参数如表 1

表 1 ($Al_{18}B_4O_{33}$) 晶体结构参数

Table 1 Parameter of ($Al_{18}B_4O_{33}$) crystal structure

晶体结构	正交晶系
晶格常数	
a	7.6942
b	15.0100
c	5.6689
晶须轴	C 轴
直径	0.3~1.0 μ m
长度	10~30 μ m

收稿日期: 2000-03-30

基金项目: 青海省科学技术委员会资助项目 (96-G-114)

作者简介: 李武 (1966-), 男, 中国科学院青海盐湖研究所副研究员, 博士。青海海兴科技开发有限公司总经理。主要从事无机化学和无机材料的研究及开发应用。

当然,晶须的长度和直径可随合成条件的不同而有所不同。一般来讲,其长径比 $\geq 10 \sim 35$ 。硼酸铝晶须化合物的机械性能可与 SiC , Si_3N_4 化合物相媲美,其相关的物理数据见表 2。

表 2 $9\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ 物理数据
Table 2 Physical data of $9\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$

物 理 数 据 项	数 值
密 度	$2.93\text{g}/\text{cm}^3$
熔 点	1440°C
杨 氏 模 量	400GPa
拉 伸 强 度	8GPa
莫 氏 硬 度	7
线 膨 胀 系 数	$4.2 \times 10^{-6}/\text{K}$
沿 纤 维 方 向	$2.8 \times 10^{-6}/\text{K}$
沿纤维轴垂直方向	$5 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6}/\text{K}$
热 导 系 数	$0.04 \sim 0.05\text{W}/(\text{cm}^\circ\text{K})$
热 扩 散 系 数	$0.01\text{cm}^2/\text{s}$
介 电 常 数	5.6

硼酸铝晶须的物理数据和几乎完美的晶体结构,表明它具有优良的耐磨性、耐高温性、耐腐蚀性、电绝缘性和绝热等特性。由于硼酸铝晶须的上述优良特性和比 SiC , Si_3N_4 低廉得多的价格,人们对其制备方法和应用前景进行了比较系统的研究。

2 硼酸铝晶须的制备

硼酸铝晶须的制备主要是根据体系的相图来进行的。根据制备方法的不同,又可分为以下几种:

(1) 熔融法: 将氧化铝和硼酸或氧化硼混合,在 2100°C 下熔融,然后冷却成长为晶须。该法只能成长为数十微米以上的晶须。

(2) 气相法: 在 $1000 \sim 1400^\circ\text{C}$ 下,将水蒸气通入大气状态的氯化铝和氧化硼中,可得硼酸铝晶须。该法不易操作。

(3) 内部熔融法: 将氧化铝或者在高温下生成氧化铝的化合物与氧化硼在 $1200 \sim 1400^\circ\text{C}$ 下反应,氧化硼同时起助溶剂的作用,最终得到硼酸铝晶须。该法只能得到大尺寸的晶须,并且,由于氧化硼起助溶剂的作用使生成的晶须溶解,收率降低。

(4) 外部熔融法: 在 1000°C 以上,在氧化铝和产生氧化硼的原料中加入与反应无关的助熔剂(如碱金属氧化物、硫酸盐或碳酸盐),在 $1000 \sim 1200^\circ\text{C}$ 成长为晶须,反应后用水处理,除去助熔剂,分离出晶须。此法较熔融法和气相法的反应温度低,能耗低,收率高。

(5) 以三碱硫酸铝 $[\text{M}_3\text{Al}(\text{SO}_4)_3]$ (M 为碱金属)与硼的氧化物、氯酸盐或碱金属硼酸盐为原料,以铝和硼的摩尔比为 $6:4 \sim 9:2$ 进行混合,该混合物在 $700 \sim 1200^\circ\text{C}$ 温度范围内反应,得到硼酸铝晶须。

3 硼酸铝晶须的开发前景

硼酸铝晶须是新型无机添加增强材料,目前已在以下四大方面探讨了其应用的可能性:

(1) 轻金属基复合材料 主要是研制铝基、镁基和铝镁基的硼酸铝晶须增强复合材料。研究了硼酸铝晶须添加后对金属的断裂行为、高温强度、弯曲强度、热工机械强度等的影响。表明硼酸铝晶须对烧结材料的防腐性能和硬度等方面都有很强的增强作用,还可提高镁基合金发动机燃油效率,减少合金的宏观缺陷。硼酸铝晶须在液态合金过滤器、切削工具及压缩机叶片和航空工具等方面也有应用。

(2) 聚合材料 硼酸铝晶须可用于制造高焊接强度有机聚合物;具有高弹性热膨胀系数、热稳定及耐化学腐蚀的聚合物;高机械强度,低介电常数及正切损耗电子部件用聚合物;高韧性热固和塑料树脂,耐磨损轴承用树脂,液晶聚脂复合物;具有长适用期和硬化成份的热阻环氧树脂聚合物,电导树脂复合材料等。

(3) 陶瓷、玻璃、纤维 硼酸铝晶须本身就是一种纤维材料。它用在铁电陶瓷,高频线路板上,具有良好成塑性能的陶瓷纤维,在具有高磨擦系数的非石棉摩擦材料,非水电解液分离用非织纤维,线路板用玻璃陶瓷,轻质陶瓷,低介电常数陶瓷中的反玻璃化抑制剂和多孔陶瓷等的制造方面有较多的应用。

(4) 涂料及其它 硼酸铝晶须可用于制造无机涂层建筑材料,防火材料,催化剂载体,含防锈涂层的低镁电损耗单向硅钢片,抗氧化电导粉末,逆向材料,具有化学稳定性的高张力涂膜等。

4 硼酸铝晶须与青海省国民经济发展的关系

硼酸铝晶须的上述优良性质和广泛用途,使其系列产品的开发对于我国多种产品的升级换代,提高经济效益和增强国防实力具有重要意义。就青海省而言,年产粗铝 20×10^4 t 以上(青海铝厂),镁 7000 t 以上(民和镁厂),若将 10% 的粗铝和镁锭深加工为合金,则年新增产值在 5 亿元以上,经济效益明显。中期规模效益将更加显著。而且,铝镁深加工均需消耗大量电力,对青海省电力工业的发展也会起到相当大的促进作用。

参考文献:

- [1] M. Ihara, K. Imai. Crystal Structure of Boronaluminate $9Al_2O_3 \cdot 2B_2O_3$ [J]. Yogyo Kyokishi, 1980, 33(2): 77.
- [2] P. R. Siba. Preparation and Characterization of Aluminium Borate [J]. J. Am. Ceram. Soc., 1992, 75(9): 2605.

The Properties, Preparation and Utilization of Aluminium Borate Whisker

LI Wu

(Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

Abstract The properties, preparation methods and utilization of Aluminium borate whisker was briefly introduced.

Key words Inorganic materials; Aluminium borate whisker

《无机盐工业》2001年征订启事

《无机盐工业》是国家科委批准的化工科技刊物,1960年创刊,国内外公开发行,主要报道国内外无机化工最新科技成果与技术进展,以及新技术、新工艺、新设备、新产品、新用途方面的动态及商品信息、市场行情等

本刊印刷精美,质量上乘,影响面广,是您在无机化工行业扩大产品影响的最佳选择。欢迎来函来电洽谈广告业务。

《无机盐工业》为双月刊,单价 6.00元,全年 6期共 36.00元,邮发代号 6-23 全国各地邮局可订阅,也可直接与编辑部联系。地址:天津市红桥区丁字沽三号路 85号《无机盐工业》杂志社 邮编:300131 电话:022-26658343

《无机盐工业》编辑部