

# 一种新化合物 $K_2Ti_8O_{15}$ 纳米线

夏维东<sup>a</sup>, 王大志<sup>b\*</sup>, 张庶元<sup>c</sup>, 万树德<sup>d</sup>, 孟祥东<sup>b</sup>, 汪海<sup>d</sup>

( 中国科学技术大学 a. 热科学与能源工程系,  
b. 材料科学与工程系, c. 理化科学中心, d. 近代物理系, 合肥 230026 )

关键词: 新化合物;  $K_2Ti_8O_{15}$ ; 纳米线; 等离子体; 高分辨电镜; 能谱定量分析

中图分类号: O614.41+1, O539 文献标识码: A

## A New Compound—Nanoline $K_2Ti_8O_{15}$

Xia Weidong<sup>a</sup>, Wang Dazhi<sup>b\*</sup>, Zhang Shuyuan<sup>c</sup>, Wan Shude<sup>d</sup>, Meng Xiangdong<sup>b</sup>, Wang Hai<sup>d</sup>

( a. Department of Thermal Science and Energy Engineering; b. Department of  
Materials Science and Engineering; c. Center of Physics and Chemistry Science;

d. Department of Modern Physics, University of Science and Technology of China, Hefei 230026 )

**Abstract** In the product of carbon made from tar oil by plasma pyrogenation, some nanowires, whose diameter is 9 ~ 20 nm and whose length is 300 nm were found. The result of X-ray Energy Dispersed Spectrum ( EDS ) indicated that it is a new compound  $K_2Ti_8O_{15}$ , which has never been reported before. Compared with the corresponding stoichiometry compound  $K_2Ti_8O_{15}$ , it is a non-stoichiometry compound in which two oxygen atoms are absent. It is due to the fact that the intensive deoxidization occurred in the experimental process and the valence of titanium is alterable. Its microstructure in detail by high resolution electron microscopy ( HREM ) and X-ray diffraction were studied.

**Key words** New compound,  $K_2Ti_8O_{15}$  nanowires, Plasma, High resolution electron microscopy, X-ray energy dispersed spectrum

钛酸钾晶须通常是直径和长度在微米量级的无机晶须, 可用  $K_2O \cdot nTiO_2$  表示其组成,  $n = 1, 2, 4, 6, 8$  [1]. 六钛酸钾晶须具有耐高温、耐腐蚀、纤维拉伸强度高、导热系数小、红外反射率高、硬度低的特点. 在民用及工业方面有很多应用. 如催化剂载体、离子吸附交换材料、高温过滤器、绝热材料、耐摩擦材料等 [2~5]. 钛酸钾纳米线的合成尚未见报道.

我们在用电弧产生的  $N_2$  等离子体热解焦油时, 生成了一种直径 9 ~ 20 nm 长约几百纳米线. X 射线能谱定量分析表明这种纳米线化学组成为  $K_2Ti_8O_{15}$ , 是一种新的非化学计量化合物. 试验装置结构见图 1. 由两个等离子体炬 2 产生等离子体射

流 6 汇聚在油雾化区 5 前, 焦油经预热、加压送至油枪 10 经机械或气体雾化喷入反应室 7 的等离子体区. 油微粒经等离子体高温加热迅速升温、蒸发、热解, 生成炭黑和氢气和其他物质. 在淬冷介质 9 作用下成核物质停止生长, 经分离收集得到纳米产物. 等离子体工质气体采用  $N_2$ . 原料油采用乙烯焦油, 雾化气体为  $N_2$ .

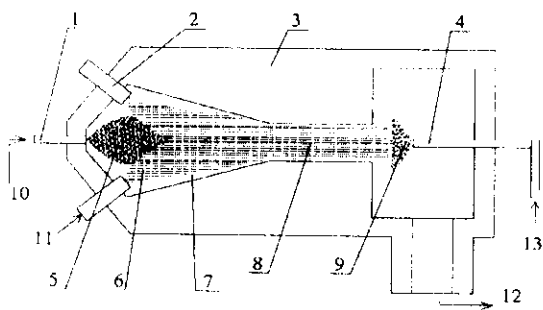
样品检测使用日本电子株式会社 JEOL-2010 型高分辨透射电镜 ( HTEM ), 分辨率 0.14 nm; X 射线衍射仪为日本玛珂公司 MXPAHF 型, 铜靶.

图 2 为在碳黑样品中发现的纳米线, 图 3 为该纳米线电子能谱 ( EDS ). 扣除铜网和碳黑所形成的

铜和碳峰,只取该纳米线所含元素 K、Ti、O,由峰面积计算其原子数比为 2:8:15,即其分子组成为  $K_2Ti_8O_{15}$ 。这是一种非化学计量化合物。按正常化学价态计算,它缺少两个氧原子,正常组成应为  $K_2Ti_8O_{17}$ 。根据 X 射线衍射分析结果,它不同于现已发现的任何一种钛酸钾化合物,也不符合一般钛酸铯( $K_2O \cdot nTiO_2$ )的化学通式,它是一种新的化合物。它生成的原因是由于反应过程中高温、还原性氢

气氛和钛的价态可变性。在乙烯焦油中并不含有 K、Ti 两种元素, $K_2Ti_8O_{15}$  纳米线可能是由于等离子体装置中的绝热材料中含有的钛酸钾纤维被等离子体高温热解后重组而成的。

一般钛酸钾晶须的直径和长度在微米量级,而此次发现的  $K_2Ti_8O_{15}$  交叉纳米线直径 9~20 nm,长约几百纳米(图 4)。这种新纳米线材料  $K_2Ti_8O_{15}$  的物理性和化学性质我们正在深入做进一步的研究。



1. Oil sprayer, 2. Plasma torch, 3. Reactor wall, 4. Quench sprayer, 5. Oil atomization area, 6. Plasma area, 7. Reaction room, 8. Reaction area, 9. Quen material, 10. Raw material inject, 11. Plasma gas inject, 12. Products collection

图1 等离子体炭黑反应器试验装置原理结构

Fig. 1 The structure and equipment of a plasma reactor

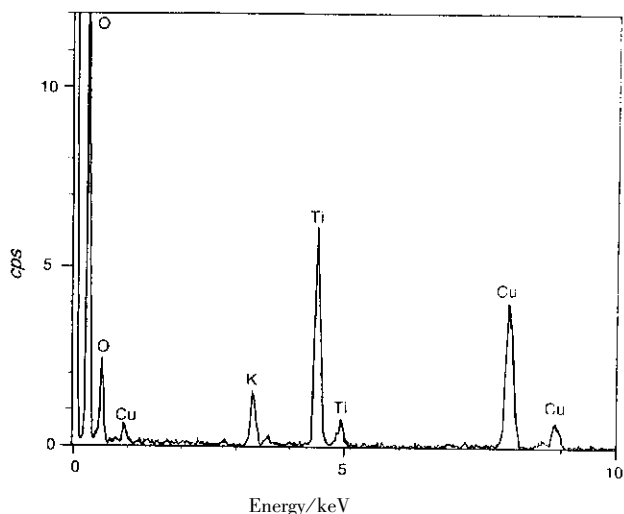


图3 新化合物  $K_2Ti_8O_{15}$  纳米线的电子能谱

Fig. 3 The EDS of the new compound  $K_2Ti_8O_{15}$

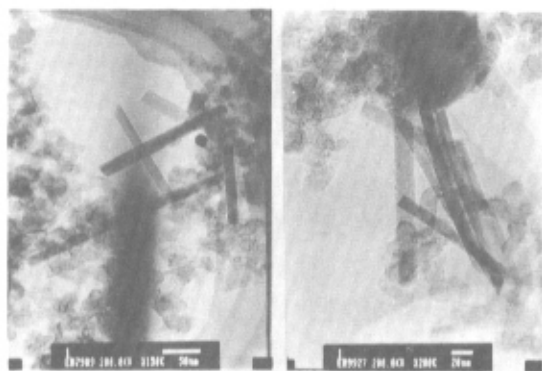


图2 在炭黑样品中发现的纳米线

Fig. 2 The nanowires in the carbon samples

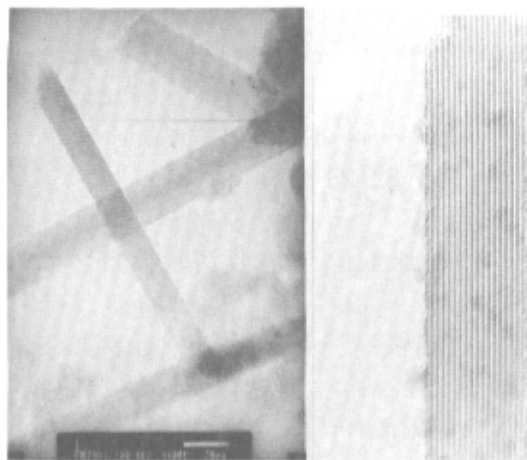


图4  $K_2Ti_8O_{15}$  交叉纳米线

Fig. 4  $K_2Ti_8O_{15}$  crossed nanowires

## 参 考 文 献

[1] 内田盛野, edit, Shi Xing (石行), et al. transl. New High Performance Compound Materials (高物性新型复合材料), Beijing (北京): Aweial Industry Publishing Company (航空工业出版社), 1992.

1

[2] 田坂多希雄, ファインケミカル, 1998, 91: 34  
 [3] Xue Q J, Zhang Z Z, et al. Metal. J. Appl. Polymer. Sci., 1998, 69: 1393  
 [4] Li J H, et al. J. Mater. Sci., 1997, 32: 543  
 [5] Suganyma K, et al. J. Mater. Sci. Lett., 1989, 8: 808