

文章编号: 1006-9941(2011)04-0479-02

软模板法制备二氧化硅纳米管

栾林栋^{1,3}, 邓建国^{2,3}, 黄辉^{2,3}, 纪兰香³

(1. 西南科技大学材料学院, 四川 绵阳 621002; 2. 中国工程物理研究院材料化工研究所, 四川 绵阳 621900; 3. 中国工程物理研究院材料化工研究所新材料研发中心, 四川 绵阳 621900)

目前制备二氧化硅纳米管的方法主要有模板法、化学气相沉积(CVD, 又称催化裂解法)、激光烧蚀法、水热法、微生物自组装法等。其中模板法对合成大量的纳米管具有灵活性高、可提供通道等优点而成为合成 SiO₂ 纳米管的常用方法。SiO₂ 纳米管的管状结构和极易修饰的表面使其作为储氢材料、增强材料、固定化载体等均有极大的应用潜力。SiO₂ 纳米管具有高度交联结构, 能够形成精确的识别位点, 因此是理想的固定化载体。本研究采用十二烷基磺酸钠在特定条件下形成的聚集体为模板, 使用软模板法制备获得两端封口的 SiO₂ 纳米管, 外径尺寸 50 nm 左右。透射电镜观察发现纳米管具有明显的囊泡形中空结构, 该方法成功制备二氧化硅纳米管, 说明在纳米管作为载体应用时可以实现纳米管形成过程中和填充分子同步完成的构想, 提高分子的填充率。

1 实验过程

称取 2.451 g 十二烷基磺酸钠加入到 93 mL 质量分数为 2% 的 NaCl 溶液中, 25 °C 水浴条件下搅拌 4 h, 依次加入 5 mL 氨水和 2 mL 正硅酸乙酯 (TEOS), 继续搅拌 4 h, TEOS 开始时与水不互溶, TEOS 在溶液上层, 搅拌约 1.5 h 左右时 TEOS 开始水解, 将溶液置于室温中静置, 静置 7h 左右时, 溶液变成凝胶状态, 静置 20h 后将所得凝胶再次置于 25 °C 水浴状态下持续搅拌 8 h, 置于室温静置, 静置时间在 40 h 左右时溶液出现纤维状物体, 将产物制样观察扫描

电镜 (SEM), 如图 1 所示, 纳米管尺寸均匀, 长径比大。

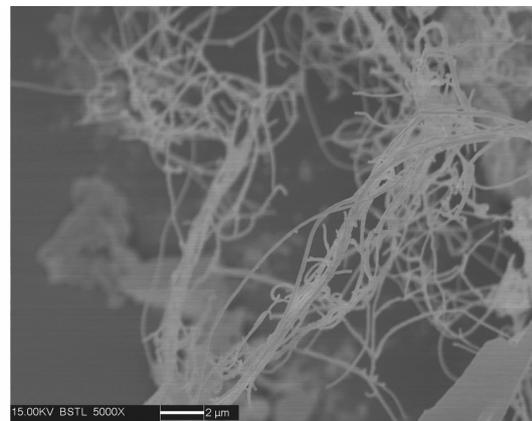


图 1 二氧化硅纳米管的 SEM 图

Fig. 1 SEM photograph of silica nanotubes pattern

2 实验结果

将产物用蒸馏水反复洗涤, 抽滤, 随着洗涤次数增加, 线状管分解为棒状, 观察透射电子显微镜 (TEM), 如图 2 所示, 产物有明显的中空结构, 两端封口, 外径尺寸 50 nm 左右。图 3 是 SiO₂ 纳米管粉末的 X-射线衍射谱图 (XRD), 其中 2θ 在 10° ~ 30° 之间有明显的包峰, 这是无定形 SiO₂ 的特征谱峰。

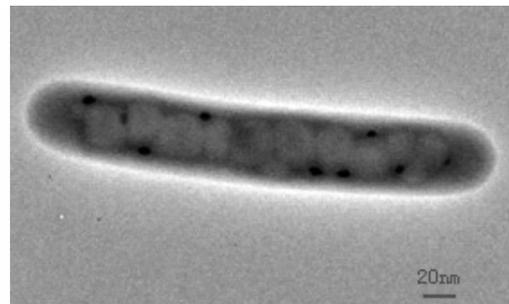


图 2 二氧化硅纳米管的 TEM 图

Fig. 2 TEM photograph of silica nanotubes pattern

收稿日期: 2011-05-20; 修回日期: 2011-06-13

基金项目: 四川省青年基金 (20080342); 中国工程物理研究院科学技术发展基金重点资助项目 (2007A03003)

作者简介: 栾林栋 (1986 -), 男, 在读研究生, 主要从事纳米材料的研究。e-mail: luanlindongnihao@163.com

通讯联系人: 邓建国 (1971 -), 男, 副研究员, 主要从事复合材料的研究。e-mail: jg2001584@sohu.com

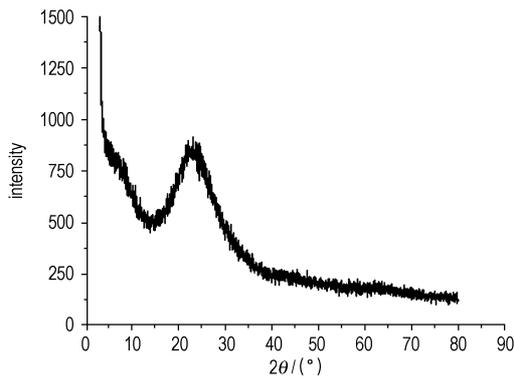


图3 二氧化硅纳米管 XRD 谱图

Fig.3 XRD patterns of silica nanotubes

3 纳米管形成过程

某些两亲性分子,分散于水中时会自发形成一类具有封闭双层结构的分子有序组合体,称为囊泡,

TEOS 水解并在囊泡表面吸附、缩聚,囊泡间相互靠近融合,同时 TEOS 的缩聚反应在融合后的聚集体表面继续进行,形成如图 2 所示的中空结构。

该方法为未来纳米管作为载体应用提供了新的思路,与以往获得纳米管之后将分子填充进管道内的方法不同,通过表面活性剂包裹被填充分子,此基础上为模板制备纳米管,纳米管形成过程中同时将被填充分子包裹在管道内部,可减少操作成本、提高分子填充率,有望在含能材料、蛋白质分子及其他小分子的载体方面发挥巨大作用,提高其储存的稳定性、运输的安全性,并提供功能纳米复合材料的一些新的特性。

关键词: 无机纳米材料; 表面活性剂; 软模板法; SiO_2 纳米管; 载体

中图分类号: TJ55; O611.62 文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9941.2011.04.028

读者·作者·编者

中国工程物理研究院机械工程 2011 年学术年会顺利召开

中国工程物理研究院(中物院)机械工程会议是中物院科协主办的机械工程类年会,迄今已成功举办 19 届。本届学术年会由中物院电子工程研究所承办,会议共收录论文 108 篇,其中涉及含能材料合成与表征、含能材料部件制造与检测的机械类论文 11 篇。

会议首先邀请了上海交通大学博士生导师刘品宽教授为大家作了题为《微纳精密定位技术与应用》的报告,接下来苏伟研究员和陈璋博士分别就《中间尺寸》和《微加工技术与太赫兹领域》与参会人员进行了探讨,三篇特邀报告以精彩的论述和详尽的介绍开拓了各领域机械工程工作者的眼界。

接下来的交流中,包括徐志磊院士、谭志昕研究员、武振有研究员等在内的评委们本着权威的角度和专业的眼光,评出了年会的优秀论文,其中包括《50kg 级称量铸药器研制》及《炸药模拟材料的振动切削试验研究》两篇与含能材料相关的论文。

目前,含能材料领域的研究与发展也正步入中间尺寸尺度;武器装备技术水平的提升,使得含能材料部件的形状变得复杂,制造过程的安全性要求和尺寸精度要求都日益提高,微加工技术已成为含能材料部件制造领域的一个重要方向和发展趋势,微纳精密定位作为微加工技术的前提和保障,可谓意义重大。本次年会中出现了诸多与机械工程相关的新理论、新技术和新思想,对含能材料的研制,特别是含能材料部件的研制,有着重要的促进和启迪作用。

(中国工程物理研究院化工材料研究所 唐维 供稿)