

Preparation of a Type of Core-Shell Gold Nanorods

Hao-wen Huang, Cai-ting Qu, Shao-wen Huang, Zhong-jian Xu, Ping-gui Yi

School of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, 411201, China

Email: hhwn09@163.com

Abstract: We report a novel shell technique to prepare controllable core-shell nanoparticles. In this technique, the shell is formed when the core reacts with metal ions and $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ and the size of the core and thickness of the shell can be controlled. Transmission electron microscopy and X-ray diffraction reveal that the shell consists of insoluble complex salts comprising Au_2S , AuAgS and Ag_3AuS_2 . The resulting core-shell nanoparticles obtained at different reaction stages demonstrate that the formation of Au_2S , AuAgS and Ag_3AuS_2 shell proceeds from the outside.

Keywords: Gold nanorods, localized surface plasmon resonance, $\text{Au}_2\text{S}/\text{AuAgS}/\text{Ag}_3\text{AuS}_2$ coated gold nanorods

一种新型核壳金纳米棒的制备

黄昊文, 屈彩婷, 黄劭文, 许中坚, 易平贵

湖南科技大学化学化工学院, 湘潭, 中国, 411201

Email: hhwn09@163.com

摘要: 本文制备了一种壳层厚度和核的尺寸大小及比例均可调的新型核壳纳米棒。透射电镜、X射线光电子能谱及X粉末衍射的研究表明该核壳纳米棒为硫化金/硫化金银/二硫化金三银包覆金纳米棒。这种核壳型纳米棒的局域等离子体性质随着壳层和核的比例大小可进行选择性调节, 并用紫外可见光谱仪和共振光散射对其光学性质进行了初步研究。

关键词: 金纳米棒; 局域等离子体共振; 硫化金/硫化金银/二硫化金三银包覆金纳米棒

1 引言

金纳米棒是一种棒状物, 是直径大约为 10-20 nm、长度为 40-200 nm 的金圆柱体物质。金纳米棒因其独特的性质, 在生物传感器、生物分子检测、医学成像以及癌症治疗方面有着重要的应用。为了拓展其应用范围, 核壳型的金纳米棒是金纳米材料的重要研究方向, 也是目前金纳米材料的一个研究热点。

2 实验部分

在室温条件下, 取 3mL 新所制备的金纳米棒并向其中加入 50 μL 1mol/L 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和 50 μL 0.01mol/L AgNO_3 溶液, 加热使其恒温在 50 $^\circ\text{C}$ 。然后用紫外分光光度计进行在线检测, 当得到所需纵向等

离子体波长的金纳米棒时, 迅速将其置于冰水中冷却并离心分离, 就得到了硫化金/硫化金银/二硫化金三银包覆金纳米棒。

3 结果与讨论

本文制备一种与传统方法不同的新型核壳金纳米棒, 即包覆在核外的壳是由外往里生成。不但生成壳的厚度可调, 核的大小也可调, 而且其相应的光谱性质也可随之调节, 反应示意图见图 1。

如图 1 所示, 硫代硫酸钠能与金纳米棒反应生成可溶性的配合物, 从而导致纳米棒逐渐溶解, 其对应的局域表面等离子体峰的吸收强度降低并有一定程度的蓝移。随着反应的进一步进行, 金纳米棒可完全消失。当反应体系中加入微量银离子时, 表面等离子体峰波长发生明显红移, 纵向等离子体波变化更为突出, 如图 2 所示。形成的核壳型金纳米棒见图 3。通过 X 粉末衍射的表征研究表明生成的壳由硫化金、硫化金

感谢国家自然科学基金项目 (20772027) 资助

银和二硫化金三银组成，即这种新型核壳纳米棒为硫化金/硫化金银/二硫化金三银包覆金纳米棒。

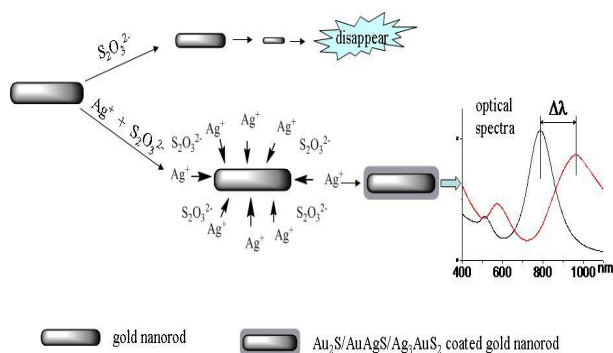


Figure 1. Schematic illustration of changes in the gold nanorods and formation of core-shell nanoparticles under different conditions.

图1 金纳米棒与硫代硫酸钠及银离子作用形成核壳型纳米棒示意图

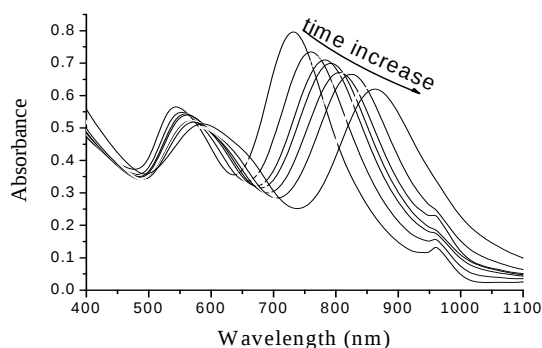


Figure 2. LSPR optical spectra acquired from the GNRs after reacting with $Na_2S_2O_3$ and $AgNO_3$ for different time durations.

图2 金纳米棒与硫代硫酸钠及硝酸银反应时光谱曲线的变化

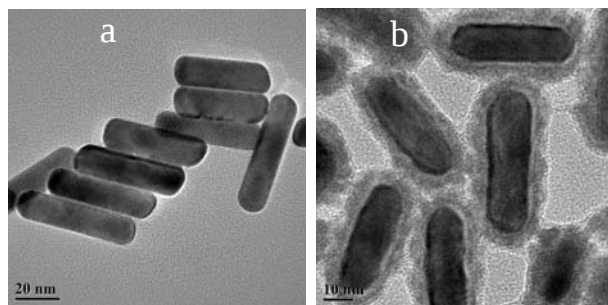


Figure 3. TEM images of gold nanorods and the resulting core-shell nanorods.

图3. 金纳米棒(a)及生成的核壳纳米棒(b)的透射电镜图

4 结论

本文制备了一种壳层厚度和核的尺寸大小及比例均可调的新型核壳纳米棒。这种核壳型纳米棒的局域等离子体性质随着壳层和核的比例大小可进行选择性调节，并对其光谱性质进行了初步研究。

References (参考文献)

- [1] Huang, H., Liu X., Zeng Y., Yu X., Liao B., Yi P., Chu P. K. Optical and biological sensing capabilities of $Au_2S/AuAgS$ coated gold nanorods. *Biomaterials* 2009, 30, 5622-5630.
- [2] Jana N. R., Gram-scale synthesis of soluble, near-monodisperse gold nanorods and other anisotropic nanoparticles. *Small* 2005; 1: 875-882.
- [3] Wang C., Ma Z., Wang T., Su Z., Synthesis, assembly, and bio-functionalization of silica-coated gold nanorods for colorimetric biosensing. *Adv. Funct. Mater.* 2006; 16: 1673-1678.
- [4] Gou L., Murphy C. J., Fine-tuning the shape of gold nanorods. *Chem. Mater.* 2005; 17: 3668-3672.