

研究报告

DOI: 10.3724/SP.J.1096.2010.00611

对称性降低的 SiO_2/Ag 核壳结构纳米粒子的制备
及表面增强拉曼活性研究

彭卉 满石清*

(暨南大学电子工程系, 暨南大学纳米化学研究所, 广州 510632)

摘要 采用湿化学还原法在自组装的单层阵列二氧化硅纳米粒子表面沉积银膜制备了 SiO_2 核 /Ag 帽复合纳米结构。通过透射电镜 (TEM)、扫描电镜 (SEM)、X 射线衍射 (XRD) 和紫外-可见分光光度计 (UV-Vis) 研究和表征了该复合纳米结构的表面形貌、结构及光学性质。所制备的复合纳米粒子表面粗糙, 其表面呈现无数纳米级谷粒状结构, SiO_2 内核粒径为 350 nm 的银纳米帽的表面等离子共振吸收的 2 个共振峰分别位于 382 和 689 nm 处。以亚甲基蓝作为探测分子研究了 SiO_2 粒径为 350 和 450 nm 的 SiO_2/Ag 帽状复合纳米粒子的表面增强拉曼散射 (SERS) 活性, 增强因子分别为 3.6×10^9 和 3.9×10^9 。结果表明, 湿化学还原法制备的 SiO_2 核 /Ag 帽复合纳米结构是很好的拉曼活性基底。

关键词 银纳米粒子; 表面等离子共振; 亚甲基蓝; 表面增强拉曼散射

1 引言

金属复合纳米粒子与其单组分金属纳米粒子相比, 具有独特的光学、电学、磁学、力学和催化特性^[1-3]。表面等离子体共振特性是金属纳米结构最重要的光学性质之一。金属纳米结构的表面等离子体共振吸收与其形状、尺寸和金属本身的介电常数有关, 还与周围介质的折射率等有关。通过调整金属纳米结构的几何形状、尺寸等参数, 可以控制其表面等离子体共振波长等重要光学特性。目前, 已经制备出了许多不同形状的金属纳米材料, 如纳米棒、纳米线、纳米壳等^[4-7]。其中以电解质为核、金属为壳的核壳结构纳米材料备受关注。通过剪裁核壳的相对比例, 其表面等离子体共振峰可在紫外、可见、近红外甚至红外范围内调谐。帽状纳米粒子是一种对称性降低的核壳复合纳米结构, 由于自身的结构特点, 对光的响应更敏感。研究发现, 对称性降低的核壳金属纳米结构的光学响应对入射光角度具有明显的依赖性, 相对于对称的核壳金属纳米结构, 其局域电磁场强度明显增强^[8]。

贵金属、碱金属以及部分过渡金属被发现具有良好的表面增强拉曼活性, 其中以银的增强能力最强。普遍认为表面增强拉曼散射 (SERS) 效应主要来自于两种增强机制的共同作用: 一是电磁场增强, 源于局域电磁场的极大增强, 这是由金属纳米粒子的表面等离子体共振引起的; 二是化学增强, 源于基底与吸附物之间的类共振拉曼相互作用。但对于贵金属纳米而言, 电磁场的作用对其表面增强拉曼活性的贡献是最主要的。金属纳米结构的制备方法、以及所制备基底的表面粗糙度也会对其表面增强拉曼活性产生极大影响。目前, 制备 SERS 活性基底的方法主要有化学还原、电化学还原、化学腐蚀、真空热蒸发、磁控溅射以及电子束平版印刷术等^[9-11]。本研究以自组装的密排单层阵列二氧化硅纳米粒子为模板, 通过湿化学还原法在二氧化硅模板表面沉积金属银, 制备了帽状 SiO_2/Ag 复合纳米结构。用 TEM, SEM, XRD, UV-Vis 对该复合纳米结构的表面形貌、结构及表面等离子体共振特性进行了表征。选择亚甲基蓝作为探针分子, 考察了所制备的帽状纳米结构的表面增强拉曼散射 (SERS) 活性。

2009-10-20 收稿; 2010-02-06 接受

本文系国家自然科学基金 (No. 60477015)、广东省自然科学基金 (No. 9151063201000018) 和广东省自然科学基金团队项目 (No. 05200555) 资助

* E-mail: tsmar@jnu.edu.cn

2 实验部分

2.1 仪器与试剂

采用 TECNA F10 型透射电镜 (美国 PHILIPS 公司) 观测 SiO_2 纳米球的形貌; 采用 XL-30ESEM 型扫描电镜 (美国 PHILIPS 公司) 观测 SiO_2 纳米粒子自组装膜和 SiO_2/Ag 复合纳米粒子的表面形貌, 加速电压为 20 kV; 通过 MSAL XD-2 型 X 射线衍射仪分析银纳米帽的结构, 辐射源为铜靶, 工作电压 36 kV, 电流 20 mA。用 UV-2550 型紫外-可见分光光度计 (日本岛津公司) 测银壳层的吸收光谱。拉曼光谱测试用显微拉曼光谱仪, 激光器的激发波长为 785 nm, 激光照射斑点大小为 $2 \mu\text{m}$, 到达样品表面的激光功率为 2 mW。取 $15 \mu\text{L}$ $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 的亚甲基蓝酒精溶液分散于样品表面, 待溶剂挥发后立即进行测试。

正硅酸乙酯 (TEOS, 分析纯, 汕头市光华化学厂); 无水乙醇 (EtOH, 分析纯, 天津市化学试剂一厂); 3-胺丙基三甲氧基硅烷 (APTES, $\geq 97\%$, 分析纯, 进口分装); $25\% \text{ NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NaBH_4 (广州化学试剂厂); AgNO_3 (分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 柠檬酸三钠 ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 分析纯, 广东光华化学厂); 实验用水为自制高纯水, 其电阻率大于 $18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

2.2 实验方法

SiO_2 纳米粒子的制备参考 Stober 法^[12]: 先将 30 mL 无水乙醇、5 mL 水和 5 mL $25\% \text{ NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 置于锥形瓶中, 经磁力搅拌使之混合均匀, 然后逐滴加入 2 mL 正硅酸乙酯, 数分钟后溶液呈现乳白色, 表明 SiO_2 纳米粒子开始生成。持续搅拌 11 h 后加入 $60 \mu\text{L}$ APTES, 对 SiO_2 纳米粒子进行表面改性。静置 12 h 后, 将混合液离心洗涤 4~5 次以除去剩余反应物。TEM 照片显示其平均粒径约为 350 nm。

SiO_2 纳米粒子自组装单层膜的制备^[13]: 将 $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ 普通载玻片彻底清洗干净。2~3 滴一定浓度 SiO_2 溶胶滴于洁净的普通玻片上轻轻摇动使其铺展开后, 将玻片沿水面以 45° 缓慢浸入盛满高纯水的烧杯中, 待水面上形成单层 SiO_2 薄膜, 利用向上提拉法将单层膜转移到普通玻片上, 最后将其放入恒温干燥箱于 60°C 干燥 1 h 以提高其表面附着力。整个过程应尽量保持水面平静。

帽状结构 SiO_2/Ag 复合纳米粒子薄膜的制备: 采用湿化学还原法在 SiO_2 纳米粒子表面沉积银膜。将附有 SiO_2 自组装单层膜的玻片浸没于 $6 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ AgNO_3 溶液中, 加入 9 mg NaBH_4 固体作为还原剂, 还原出来的银则被吸附到表面改性后的 SiO_2 纳米粒子表面上并作为晶种和反应的成核点, 浸泡 30 min 后取出, 并用超纯水轻轻冲洗其表面, 再浸没于 $8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ AgNO_3 溶液中, 将其加热至 80°C 后再加入适量 0.34 mol/L 柠檬酸钠溶液。几分钟后, 样品的颜色逐渐发生变化, 从黄色至深蓝, 表明银纳米帽已开始形成。通过改变反应温度、反应时间及银盐的浓度可以调节帽层的厚度。

3 结果与讨论

3.1 形貌分析

图 1 是用 Stober 法^[10] 制备的 SiO_2 纳米粒子经 APTES 表面改性后的透射电镜照片。 SiO_2 纳米粒子呈球形状, 表面光滑平整, 单分散性良好, 平均粒径约为 350 nm, 粒径分布范围窄, 不均匀度小于 5%。

图 2a 是玻片上粒径约为 350 nm 的 SiO_2 纳米粒子自组装膜的扫描电镜照片。由图 2 可见, SiO_2 纳米粒子自组装膜基本呈密排单层排列, 但局部不均匀, 这主要是由于所制备的 SiO_2 纳米粒子的粒径存在着一定的分布范围。从图 2b 可见, 在 SiO_2 自组装单层膜上沉积金属银后, 空白区域减少, 粒子排列得更为紧凑。从图 2c 可见, 在 SiO_2 小球上形成不完全包裹的银纳米帽后其表面变得粗糙, 并且可以清楚地看出其表面纳米级谷粒状结构。粗糙程度与反应的

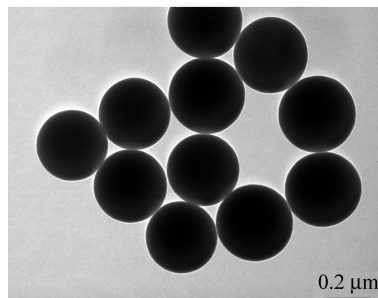


图 1 SiO_2 纳米粒子的透射电镜照片, 平均粒径约为 350 nm

Fig 1 TEM image of SiO_2 nanoparticles with average diameter of 350 nm

时间、温度及银盐浓度有关^[14]。

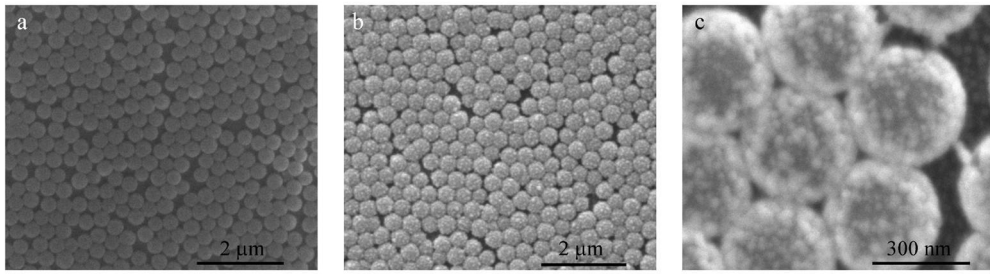


图 2 SiO_2 纳米粒子自组装膜 (a)、 SiO_2/Ag 复合纳米粒子 (b 和 c) 的扫描电镜照片

Fig 2 SEM images of a self assembled array of SiO_2 nanoparticles (a), SiO_2/Ag composite nanoparticles (b and c)

3.2 结构分析

图 3 为 SiO_2/Ag 复合纳米粒子的 XRD 图, 样品具有较强的衍射峰, 且衍射峰形状尖锐。2 θ 为 38.8°, 45°, 65°, 77.8° 处的衍射峰分别归属于银 (111), (200), (220), (311) 晶面的特征衍射, 表明 SiO_2/Ag 复合纳米粒子中银以晶态形式存在。其中 25° 处较宽的衍射峰应归属于 SiO_2 球的非晶特征峰。

3.3 帽状结构 SiO_2/Ag 复合纳米粒子的吸收光谱

图 4 是不同的 SiO_2 内核粒径的帽状结构 SiO_2/Ag 复合纳米粒子的紫外-可见吸收光谱图。 SiO_2 内核粒径为 350 nm 的银纳米帽的表面等离子共振吸收出现 2 个共振峰, 分别位于 382 和 689 nm 处; SiO_2 内核粒径为 450 nm 的银纳米帽的 2 个表面等离子共振吸收峰分别位于 382 和 725 nm 处。其中 382 nm 处的吸收峰是由横向等离子共振吸收引起的, 而 689 和 725 nm 附近较宽的吸收峰则是由纵向等离子共振吸收引起的^[15]。由图 4 可见, 在还原时间相同即壳层厚度一定的条件下, 随着 SiO_2 内核粒径的增大, 复合纳米粒子的表面等离子共振吸收峰发生红移, 吸收带变宽。核壳粒径不均匀分布、较大粒子的电磁延迟效应以及电子界面散射等物理机制是吸收带增宽的主要原因^[16]。785 nm 是拉曼光谱的激发光源波长。

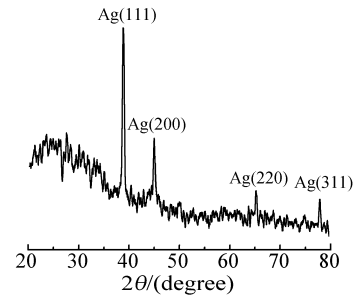


图 3 帽状 SiO_2/Ag 复合纳米粒子的 XRD 图

Fig 3 XRD pattern SiO_2/Ag composite nanoparticles

3.4 SERS 分析

将亚甲基蓝 (MB) 配制成 1×10^{-5} mol/L 的乙醇溶液。其特征峰分别位于 656, 610 和 293 nm (图略), 远离激发光源波长 785 nm, 表明共振拉曼贡献很小。

图 5a 和 5b 分别是亚甲基蓝的乙醇溶液和固体粉末的正常拉曼光谱。图 5a 表明, MB 的特征振动峰因其极低的分子浓度被溶剂强的拉曼散射掩盖而几乎观察不到, 图谱中 882, 1052 和 1096 cm^{-1} 处的拉曼峰是由乙醇引起的^[17]。

图 5c 和 5d 是亚甲基蓝分子吸附在 SiO_2 核粒径分别为 350 和 450 nm 的银纳米帽基底上的表面增强拉曼光谱。MB 的特征峰 1618 和 449 cm^{-1} 在谱带 c 和 d 中表现非常明显, 表明亚甲基蓝分子在基底上吸附良好。谱带 d 中 241 cm^{-1} 处的峰在谱带 a 和 b 中都得不到体现, 它归属于亚甲基蓝与银纳米帽之间的 Ag-N 伸缩振动峰。表 1 列出了图 5 中观察到的亚甲基蓝的主要特征峰的拉曼位移、相对强度及其归属, 与文献 [18~22] 的结果相比较, 有些峰尚无明确的归属, 例如 1911, 1318, 930 和 743 cm^{-1} 。

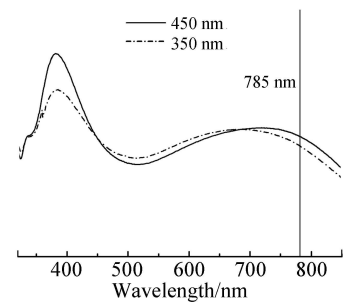


图 4 不同 SiO_2 核粒径的银纳米帽的紫外-可见吸收光谱图

Fig 4 UV-V is absorption spectra of silver nanocaps with different sizes of SiO_2 core

与 MB 的正常拉曼光谱 NRS (谱带 b) 中的特征振动频率相比, 表面增强拉曼光谱 SERS (谱带 c 和 d)

中部分振动峰发生位移,例如:谱带 b 中亚甲基蓝的 C—C 伸缩振动峰由 1535 cm^{-1} 移至 1510 cm^{-1} ;谱带 b 中位于 1184 cm^{-1} 处 C—N 的伸缩振动峰移至 1210 cm^{-1} ;亚甲基蓝的骨架变形振动峰由 501 和 449 cm^{-1} 分别移至 513 和 460 cm^{-1} ;值得注意的是,位于 1440 cm^{-1} 处亚甲基蓝的 C—N 振动峰在谱带 d 中未能观察到,而是与临近的峰 1404 cm^{-1} 合并成一个较宽的峰;谱带 b 中 945 cm^{-1} 处的峰在谱带 c 中分裂为 2 个峰并移至 930 和 902 cm^{-1} ;图 5 中一些峰的移动、分裂及合成是由探针分子与金属纳米粒子基底之间的化学作用引起的^[21~24]。

图 5e 和 5f 是亚甲基蓝分子吸附在 SD_2 核粒径为 350 nm 的银纳米帽基底上 2 个不同区域的表面增强拉曼光谱。对这 2 个不同区域进行测试得到的 e 和 f 两谱线有相似的谱形,且所有振动峰的强度、位置和形状几乎相同。这说明制备 SD_2/Ag 帽状复合纳米粒子基底表面结构较均匀,具有良好的可重复性。另外,将样品在室温下放置一段时间后在相同的测试条件下再次进行拉曼测试,发现所得 SERS 光谱基本不变,该基底具有较好的稳定性。

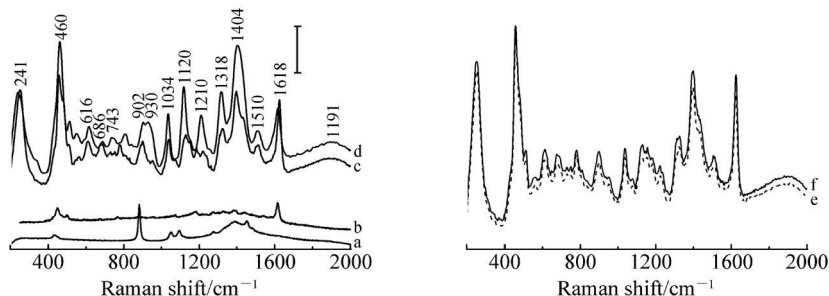


图 5 MB 的拉曼光谱图

Fig 5 Raman spectra of methylene blue (MB)

a b 亚甲基蓝的乙醇溶液和固体粉末的正常拉曼光谱 (Normal Raman spectra of MB in ethanol solution and solid powders); c d 亚甲基蓝分别吸附在 350 和 450 nm 银纳米帽基底的表面增强拉曼光谱 (Surface enhanced Raman scattering (SERS) spectra for MB adsorbed on silver nanocaps with the SD_2 core diameter of 350 and 450 nm); e f 亚甲基蓝吸附在 350 nm 银纳米帽基底的不同区域的表面增强拉曼光谱 (SERS spectra for MB adsorbed on silver nanocaps which are holded for a period of time with the SD_2 core diameter of 350 nm).

表 1 亚甲基蓝的拉曼位移、相对强度及其振动归属

Table 1 Raman shifts, relative intensity and peak assignments of MB

Solid MB (cm^{-1})	On silver nanocaps with 450 nm SD_2 (cm^{-1})	On silver nanocaps with 350 nm SD_2 (cm^{-1})	Literature results ^[18] (cm^{-1})	Band assignments ^[19~22]
	1911 (m)	1911 (m)		
1616 (w)	1618 (m)	1616 (m)	1617 (w)	ν (CC) ring
1535 (w)	1510 (w)	1510 (w)	1513 (w)	ν (CC)
	1404 (s)	1404 (s)	1396 (m)	CH_3 deformation
1329 (w)	1318 (m)	1318 (m)	1301 (m)	1184 (w)
	1210 (m)	1190 (w)	1184 (m)	ν (CN)
	1120 (m)	1124 (m)	1124 (m)	NH bending
	1034 (m)	1035 (m)	1030 (m)	β (CH)
945 (w)	930 (m)	908 (m)	932 (m)	
759 (w)	743 (w)		759 (w)	
680 (w)	686 (w)	686 (w)	670 (w)	γ (CH)
	616 (w)	606 (w)	612 (m)	δ (CSC)
449 (w)	460 (s)	458 (s)	449 (m)	δ (CNC)
	241 (s)	245 (s)	246 (m)	Ag substrate

Abbreviations: s Strong; m Medium; w Weak; ν Stretching; α In-plane ring deformation; β In-plane bending; γ Out-of-plane bending; δ Skeletal deformation

拉曼增强因子的计算公式定义为:

$$G = I_{\text{enh}} \cdot N_{\text{sol}} / (I_{\text{ref}} \cdot N_{\text{ads}}) \quad (1)$$

经过一系列估算步骤^[24, 25]得到简式如下:

$$G = 5.0 \times 10^3 \times I_{\text{enh}}/I_{\text{ref}} \quad (2)$$

其中, I_{enh} 和 I_{ref} 是亚甲基蓝分子吸附和未吸附在拉曼活性基底上某个特征振动峰的强度面积。选取 MB 的特征吸收峰 1616 cm^{-1} 处的振动峰计算拉曼增强因子。经计算, SiO_2 粒径为 350 和 450 nm 的 SiO_2/Ag 帽状复合纳米粒子基底在 1616 cm^{-1} 处的拉曼增强因子分别为 3.6×10^9 和 3.9×10^9 。后者的拉曼增强因子略高于前者, 这可能与 SiO_2/Ag 复合纳米粒子的表面等离子共振峰位置有关。 SiO_2 粒径为 350 nm 的 SiO_2/Ag 帽状复合纳米粒子的表面等离子共振吸收峰位于 689 nm 附近, SiO_2 粒径为 450 nm 的 SiO_2/Ag 帽状复合纳米粒子的表面等离子共振吸收峰位于 725 nm 附近。一些研究表明, 表面等离子共振吸收峰越靠近激发光源波长其拉曼增强因子越大^[25]。

4 结 论

以 SiO_2 纳米微球为模板, 采用无电镀化学还原法制备了 SiO_2/Ag 帽状复合纳米结构, 并对其形貌、结构、光学性质及 SERS 活性进行了表征和研究。所制备的复合纳米粒子表面粗糙, 在高分辨扫描电镜下可清楚地观察到其表面存在无数纳米级谷粒状结构。内核粒径为 350 nm 的 SiO_2/Ag 帽状复合纳米粒子的表面等离子共振吸收出现两个峰, 分别位于 382 和 689 nm 附近。SERS 测试结果表明采用的湿化学还原方法所制备的帽状银纳米基底稳定性良好, 增强因子可能与帽状银纳米基底的表面等离子共振吸收光谱有关, 表面等离子共振吸收峰越靠近激发光源波长其拉曼增强因子越大。

References

- 1 Graf C, Van Blaaderen A. *Langmuir*, **2002**, 18(2): 524~534
- 2 Mayer A B R, Grebner W, Wannenmacher R. *J. Phys. Chem. B*, **2000**, 104(31): 7278~7285
- 3 Gittins D I, Susha A S, Wannenmacher R. *Adv. Mater.*, **2002**, 14(7): 508~512
- 4 Chamay C, Lee A, Man S Q, Moran C E, Radloff C, Bradley R K and Halas N. *J. Phys. Chem. B*, **2003**, 107(30): 7327~7333
- 5 HU Xiao-Ge(胡晓歌), WANG Tie(王铁), CHENG Wen-Long(程文龙), WANG Er-Kang(汪尔康), DONG Shao-Jun(董绍俊). *Chinese J. Anal. Chem.* (分析化学), **2004**, 32(9): 1240~1245
- 6 Deng Z W, Chen M, Wu L M. *J. Phys. Chem. C*, **2007**, 111(31): 11693~11697
- 7 YANG Hao(杨昊), YANG Xiao-He(杨笑鹤), CHEN Yu-Quan(陈裕泉), PAN Min(潘敏). *Chinese J. Anal. Chem.* (分析化学), **2009**, 37(2): 275~278
- 8 Ye J, Van Dope P, Van Roy W, Lodewijks K, De Vlaeminck I, Maes G, Borghs G. *J. Phys. Chem. C*, **2009**, 113: 3110~3115
- 9 MAN Shi-Qing(满石清), XIAO Gui-Na(肖桂娜). *Chinese J. Inorg. Chem.* (无机化学学报), **2009**, 25(7): 1279~1283
- 10 Liu J Q, Maarof A I, Wiecezorek L, Cortie M B. *Adv. Mater.*, **2005**, 17(10): 1276~1281
- 11 O'Brien S J, Averitt R D, Westcott S L, Halas N J. *Chem. Phys. Lett.*, **1998**, 288: 243~247
- 12 Stober W, Fink A, Bohm E. *J. Colloid Interface Sci.*, **1968**, 26(1): 62~69
- 13 Wang X D, Summers C J, Wang Z L. *Nano Lett.*, **2004**, 4(3): 423~426
- 14 Jiang Z J, Liu C Y. *J. Phys. Chem. B*, **2003**, 107(45): 12411~12415
- 15 Link S, Elsayed M A. *J. Phys. Chem. B*, **1999**, 103(40): 8410~8426
- 16 Westcott S L, Jackson J B, Radloff C, Halas N J. *Phys. Rev. B*, **2002**, 66: 155431-1~155431-5
- 17 LIU Wen-Han(刘文涵), YANG Wei(杨未), WU Xiao-Qiong(吴小琼), LIN Zhen-Xin(林振兴). *Chinese J. Anal. Chem.* (分析化学), **2007**, 35(3): 416~418
- 18 Ruan C M, Wang W, Gu B H. *J. Raman Spectrosc.*, **2007**, 38(5): 568~573
- 19 JIANG Hua(蒋化), CHEN Wan-Xi(陈万喜), XU Zhu-De(徐铸德), LU Yun(陆云). *Chin. J. Chem. Phys.* (化学物理学报), **1998**, 11(1): 82~86
- 20 Naujok R R, Duevel R V, Com R M. *Langmuir*, **1993**, 9(7): 1771~1774

- 21 H u k h i e n K, H e a t e r R, A l e r y J, H i l l m a n A R. *J. Chem. Soc. Faraday Trans.* **1984**, 180: 2053
 22 N i c o l a i S H A, R u b i n J C. *Langmuir* **2003**, 19: 4291~4294
 23 N i u Z Q, F a n g Y. *Spectrochim. Acta Part A*, **2007**, 66(3): 712~716
 24 G r e e n M, L i u F M. *J. Phys. Chem. B*, **2003**, 107(47): 13015~13021
 25 M c L e l l a n J M, X i o n g Y J, H u M, X i a Y N. *Chem. Phys. Lett.* **2006**, 417(3): 230~234

Preparation of Reduced Symmetrical SiO₂/Ag Core-Shell Nanoparticles and Their Surface-enhanced Raman Scattering Activities

PENG Hui, MAN Shi-Qing*

(Department of Electronic Engineering, Institute of Nano-Chemistry Jinan University, Guangzhou 510632)

Abstract The silver nanocaps were fabricated with a general chemical reductive strategy by depositing silver films onto the self-assembled monolayer arrays of SiO₂ nanoparticles. The surface morphologies, structure and optical properties were characterized using TEM, SEM, XRD and UV-Vis spectroscopy. The surfaces of the nanocaps are not smooth, being characterized by numerous small silver grains. The absorption spectrum of silver nanocaps with a 350-nm diameter silica core exhibits two peaks around 382 and 689 nm. The surface-enhanced Raman scattering (SERS) activities of these nanostructures with 350 nm and 450 nm diameter silica core were investigated using methylene blue (MB) as probe molecule, and the enhancement factor were estimated to be 3.6×10^9 and 3.9×10^9 , respectively. The results indicate that these silver nanostructures are good SERS active substrates.

Keywords Silver nanocaps; Surface plasmon resonance; Methylene blues; Surface-enhanced Raman scattering

(Received 20 October 2009; accepted 6 February 2010)

第三届全国生命分析化学学术报告与研讨会通知 (第二轮)

(2010年 8月 19~22日, 北京)

由国家自然科学基金委员会化学科学部主办, 北京大学、清华大学和中国科学院化学研究所共同承办的“第三届全国生命分析化学学术报告与研讨会”将于 2010年 8月 19~22日在北京大学召开。本次会议除有关学术报告外, 还设立几个生命分析化学重大学术问题主题讨论会, 包括院士论坛、前沿论坛、青年学者论坛、海外学者论坛和技术论坛。

会议所涉及的问题: (1)生命分析样品处理方法, (2)生物及环境复杂样品分析, (3)组学分析方法, (4)单细胞、分子及极端环境样品分析, (5)临床、医药与法庭分析, (6)化学生物学分析方法, (7)生物成像分析, (8)新仪器与新技术, (9)食品、药品安全及突发公共事件应对。有意参会的各方代表请尽快报名并将回执和论文摘要通过会议网站或者通过 E-mail 邮件方式直接发送给会议联系人。

报名回执和论文摘要提交截止日期: 2010年 6月 30日 (以收到邮件为准)。

报到日期: 2010年 8月 19日全天, 地点: 北京大学中关村新园 会场: 北京大学百年纪念讲堂和第二教学楼

参会费用: 会议交通和食宿自理; 会议注册费: 普通代表 500元/人, 学生 300元/人 (凭有效学生证或研究生证)。请务必于 2010年 6月 30日前上网登记注册并登记住房。建议注册费通过网上平台提前支付 (截至日期 2010年 7月 31日), 平台地址如下: http://www1.beijing.com.cn/user/meeting/meeting_payorder.jsp?mer_id=3998

此次会议将开辟相当规模的仪器及相关展览, 热忱欢迎相关仪器厂商及化学试剂公司报名参展。

会议网站: <http://www.chem.pku.edu.cn/snfxhx/paper/>

联系人: 刘虎威 (lhuli@pku.edu.cn, 010-62754976); 邵元华 (yhsiao@pku.edu.cn, 010-62759394);

朱志伟 (zvwzhu@pku.edu.cn, 010-62757953)