



- 2.核壳结构纳米粒子的合成、表征和电化学催化活性研究**

- 3.金属纳米单晶的制备及其生长机理研究**

指导老师：田中群 教授（中科院院士）

助研：方萍萍 博士生

李剑锋 博士生

范凤茹 博士生

<http://210.34.15.15>



**State Key Lab of Phys. Chem. of Solid Surfaces
Xiamen Univ. Xiamen 361005, China**

固体表面物理化学国家重点实验室

<http://pcss.xmu.edu.cn/>

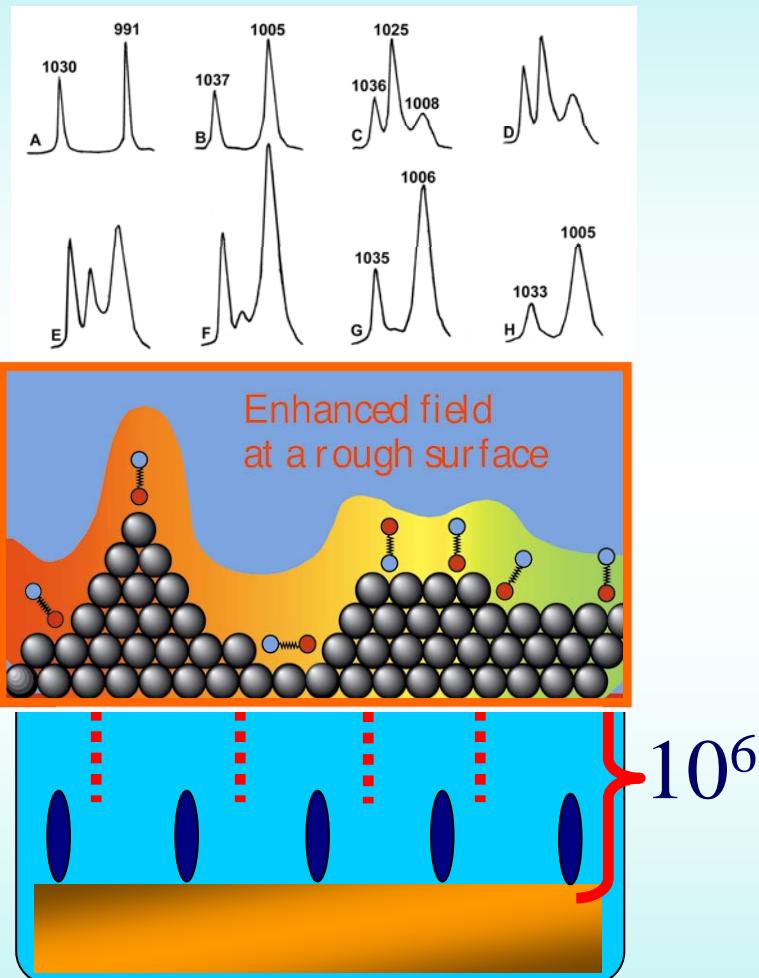
表面增强拉曼光谱 (Surface-enhanced Raman Spectroscopy)

- 1974年Fleischmann 等在电化学粗糙的Ag电极上得到高质量的吡啶的表面拉曼光谱。1976 年 Van Duyne 等系统研究相同体系，排除分子浓度增加因素和共振效应后指出：5-6个数量级的增强是来自一种与粗糙的电极表面相关表面增强效应。

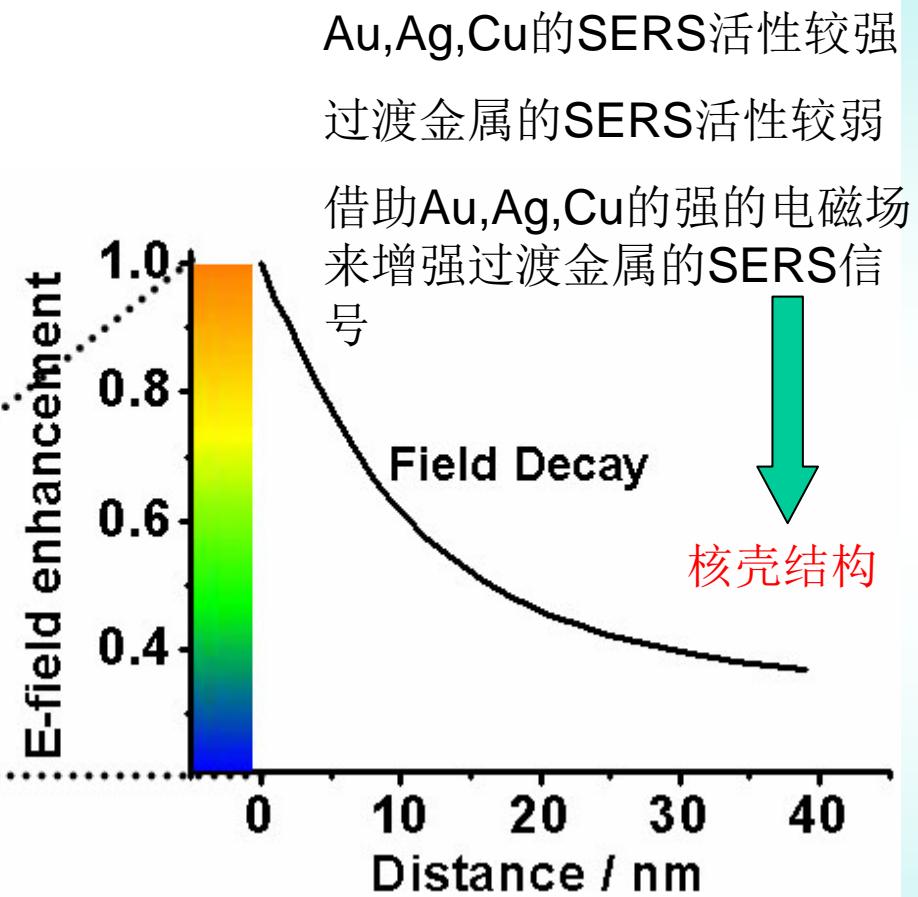
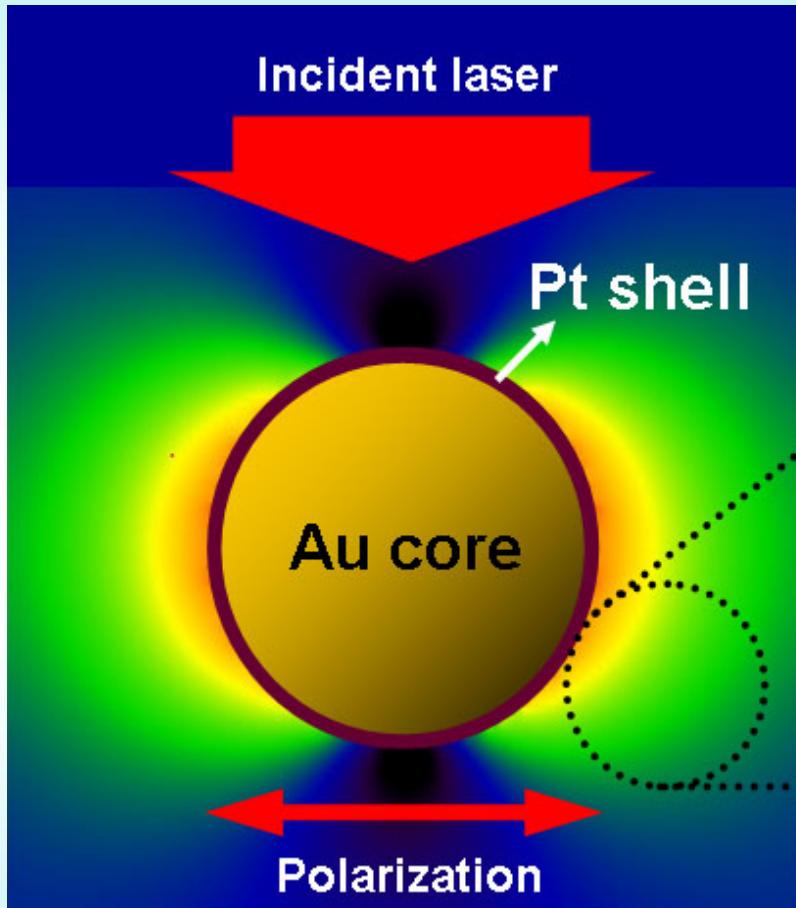
优点：极高的表面检测灵敏度

- 能有效避免溶液相中相同物种的信号干扰，获取高质量的与表**面单层或亚单层物种**相关的表面拉曼光谱信号。 $5\text{\AA} \sim 0.5\text{ mm}$

应用领域：
微量、痕量分析；生物；国防；健康...



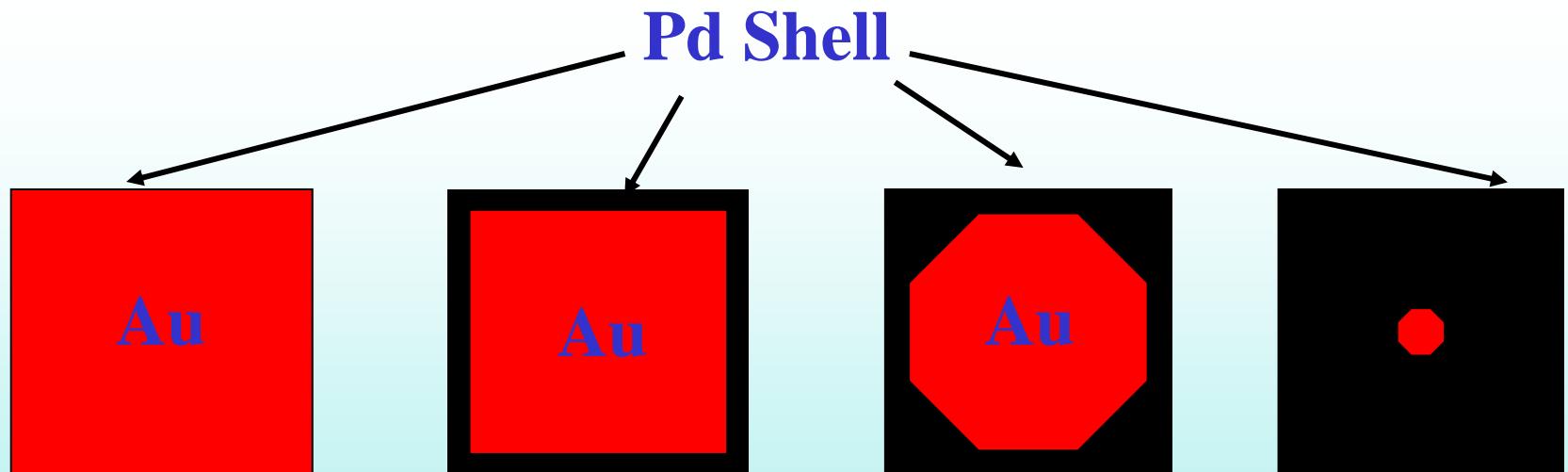
如何获得过渡金属表面的SERS信号？

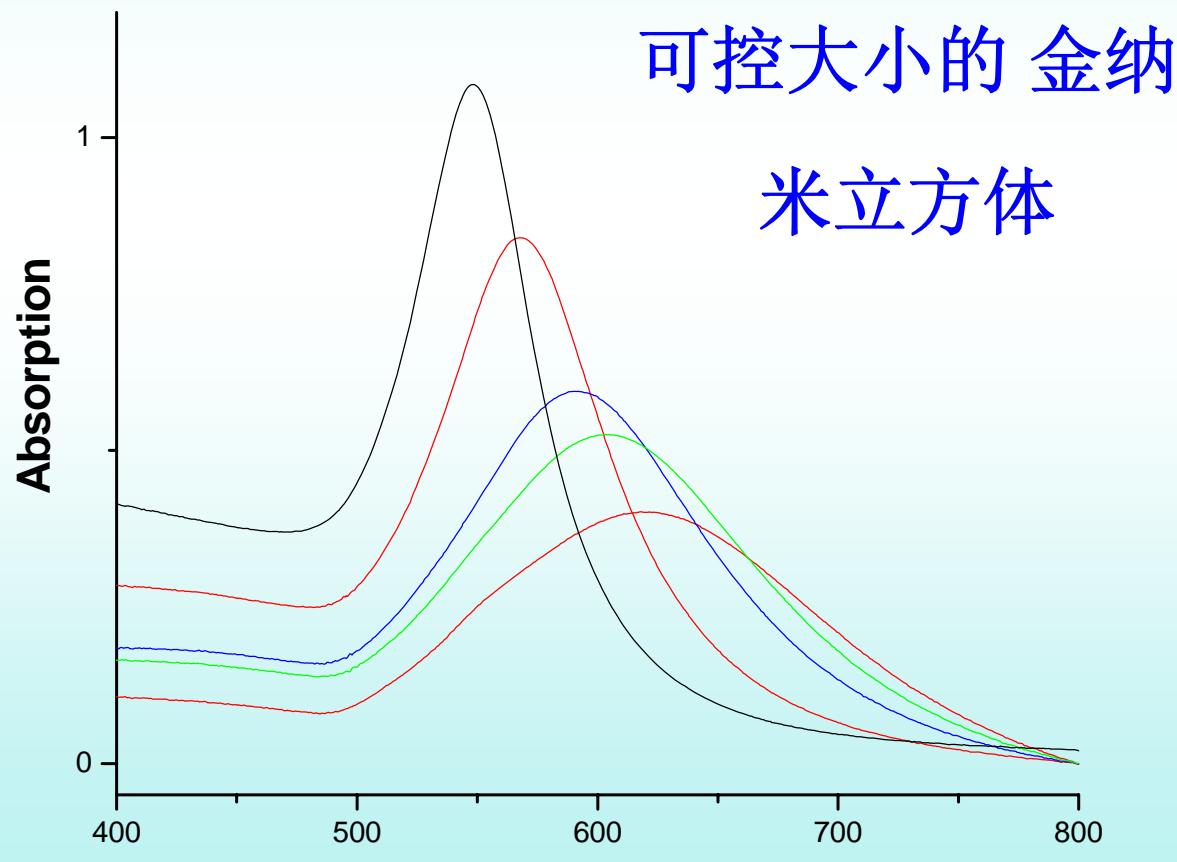
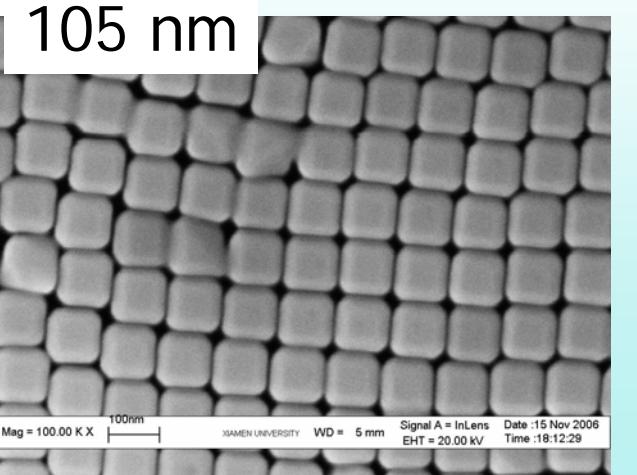
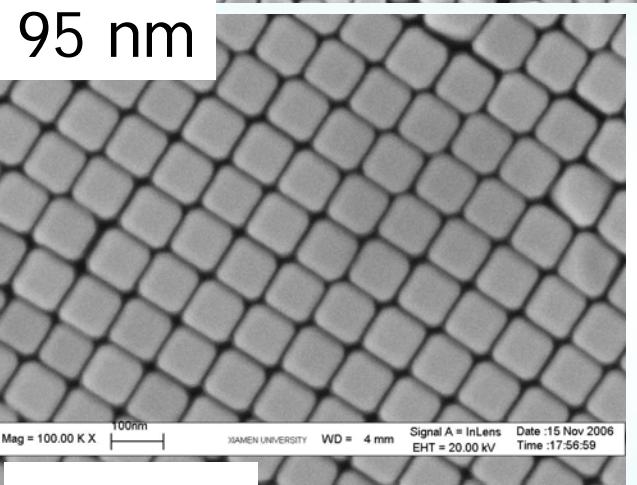
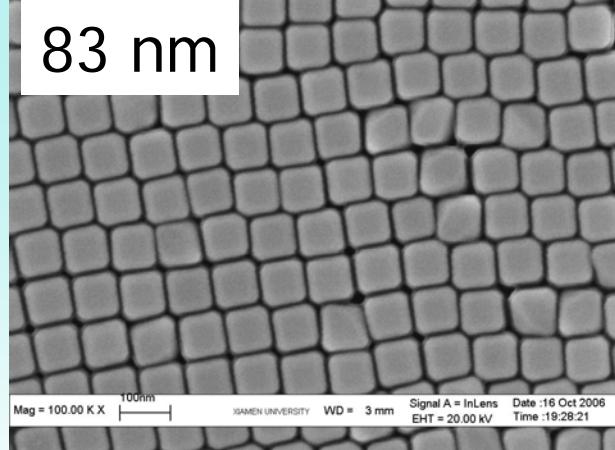
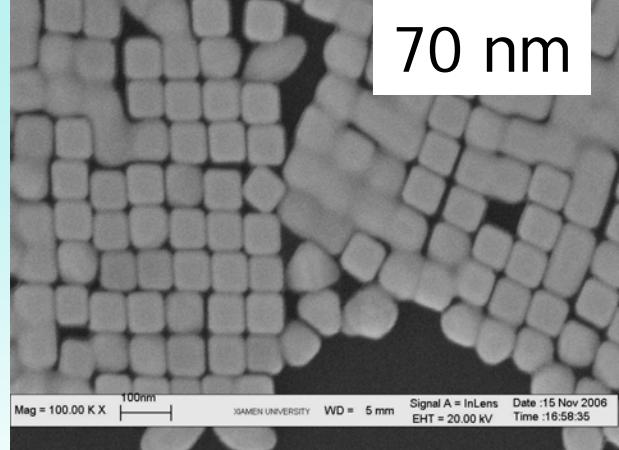
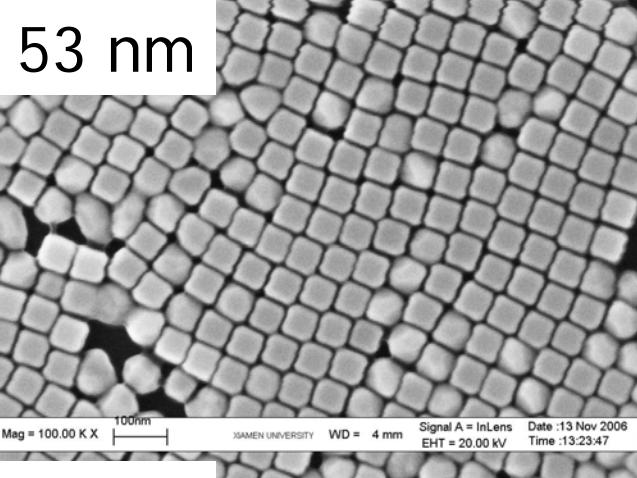


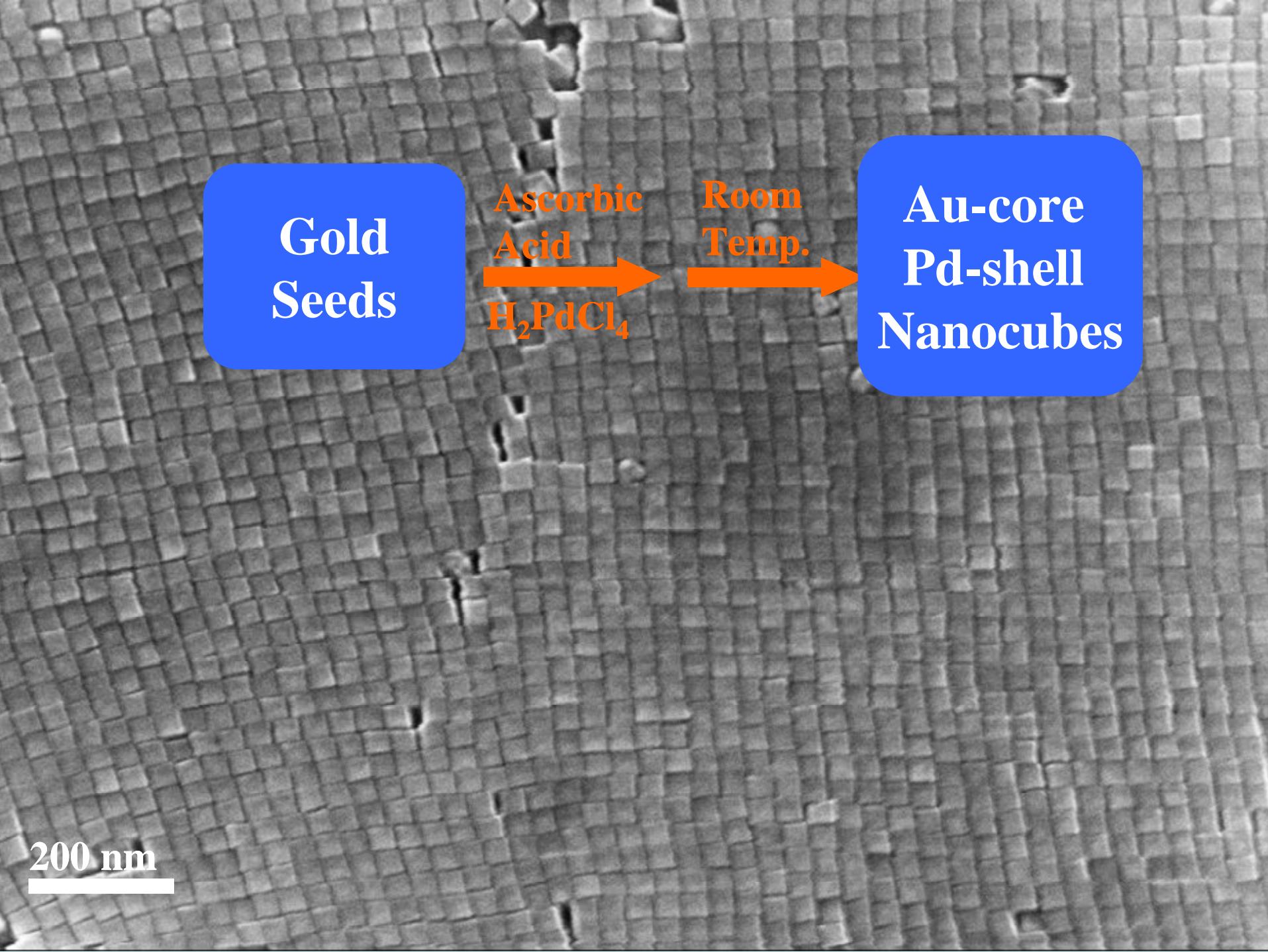
借助金核强的电磁场来增强过渡壳层过渡金属的**SERS**活性。

核壳结构的纳米粒子的合成

1. 合成了不同尺寸和形状的金纳米粒子用于SERS的研究。
2. 利用金的强的电磁场来增强过渡金属的SERS信号。
3. 合成不同形状的纳米粒子及核壳结构的纳米粒子。







Gold
Seeds

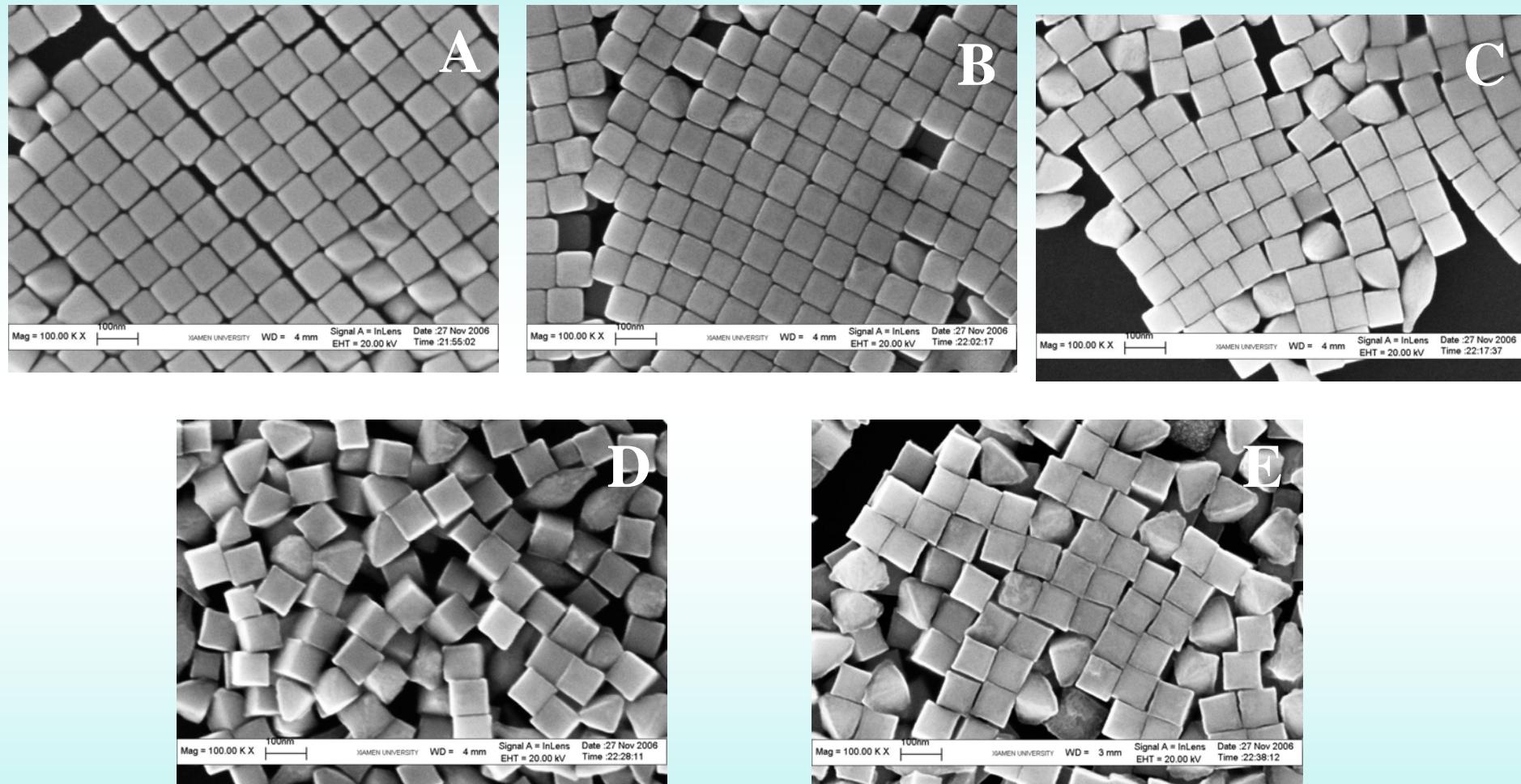
Ascorbic
Acid
 $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$
 H_2PdCl_4

Room
Temp.
 $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$

Au-core
Pd-shell
Nanocubes

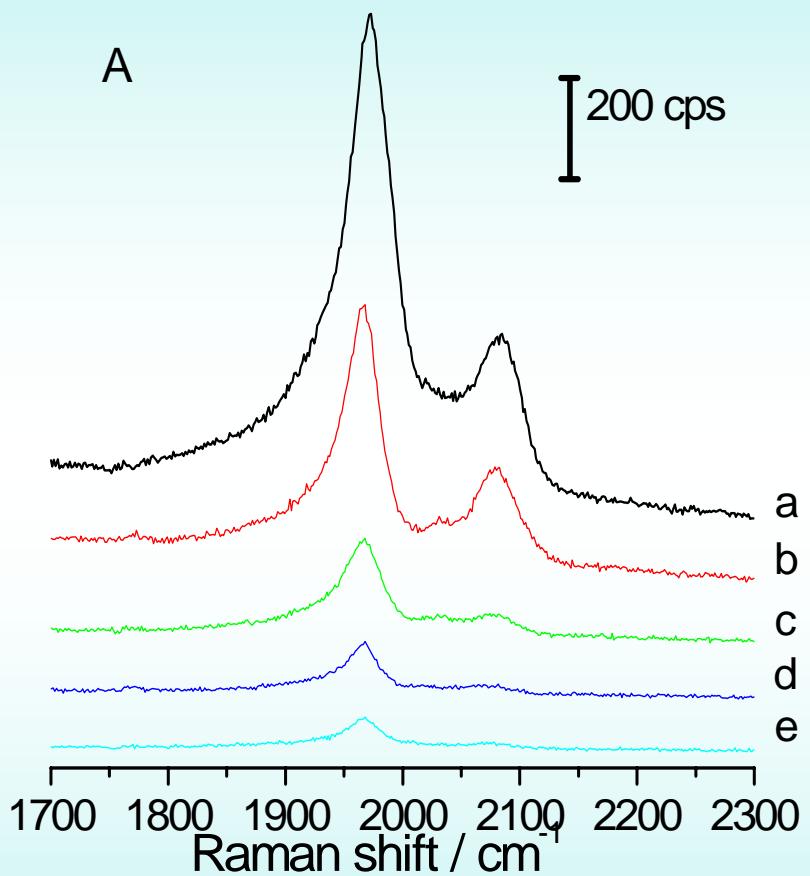
200 nm

不同壳层厚度金核钯壳立方体

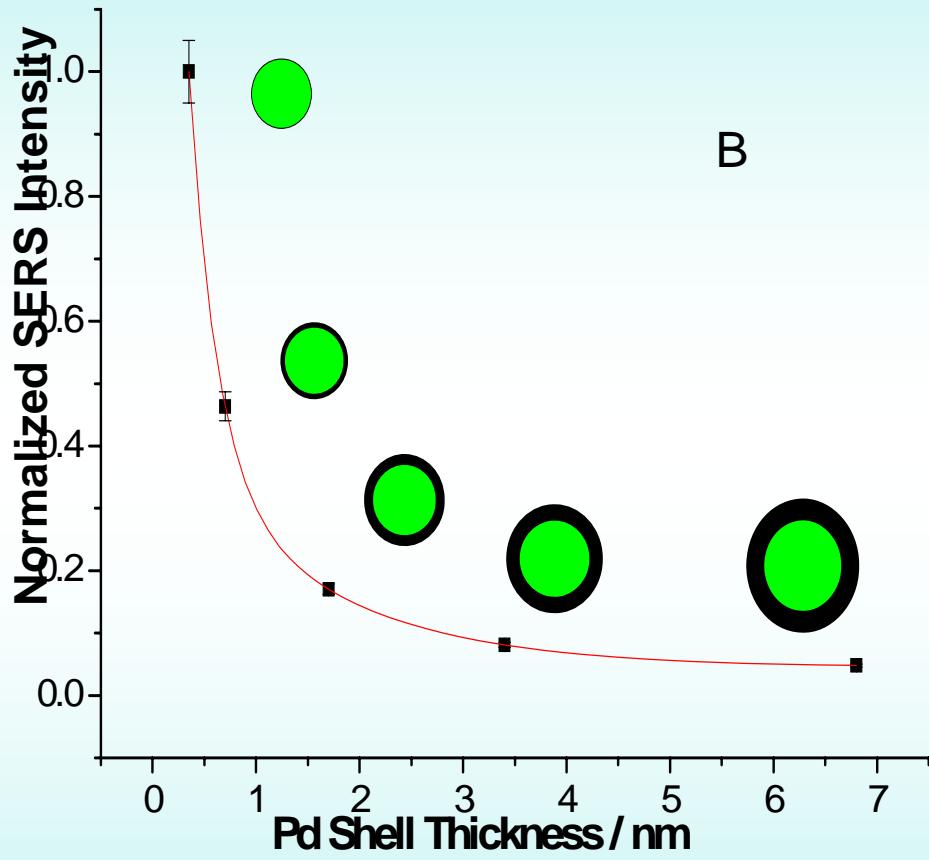


SEM images of 83 nm Au nanocubes with different Pd shell thickness.
(A) 0.28 nm, (B) 0.56 nm, (C) 1.4 nm, (D) 2.8 nm, (E) 4.2 nm.

金核钯壳纳米粒子的SERS

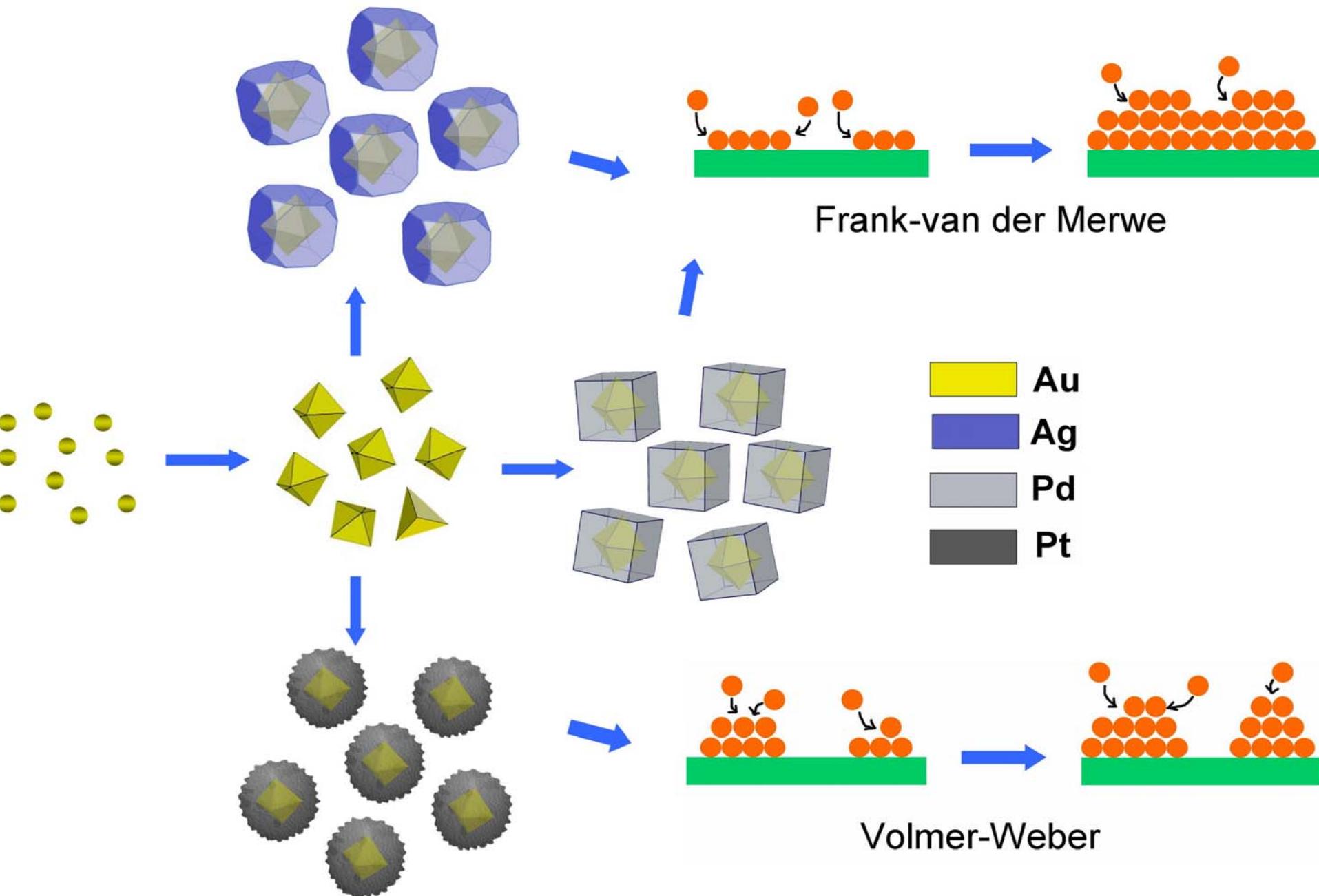


SERS spectra of CO adsorbed on 55 nm Au@Pd/GC with different thickness (a) 0.35 nm, (b) 0.7 nm, (c) 1.7 nm (d) 3.4 nm (e) 6.8 nm of the Pd shell

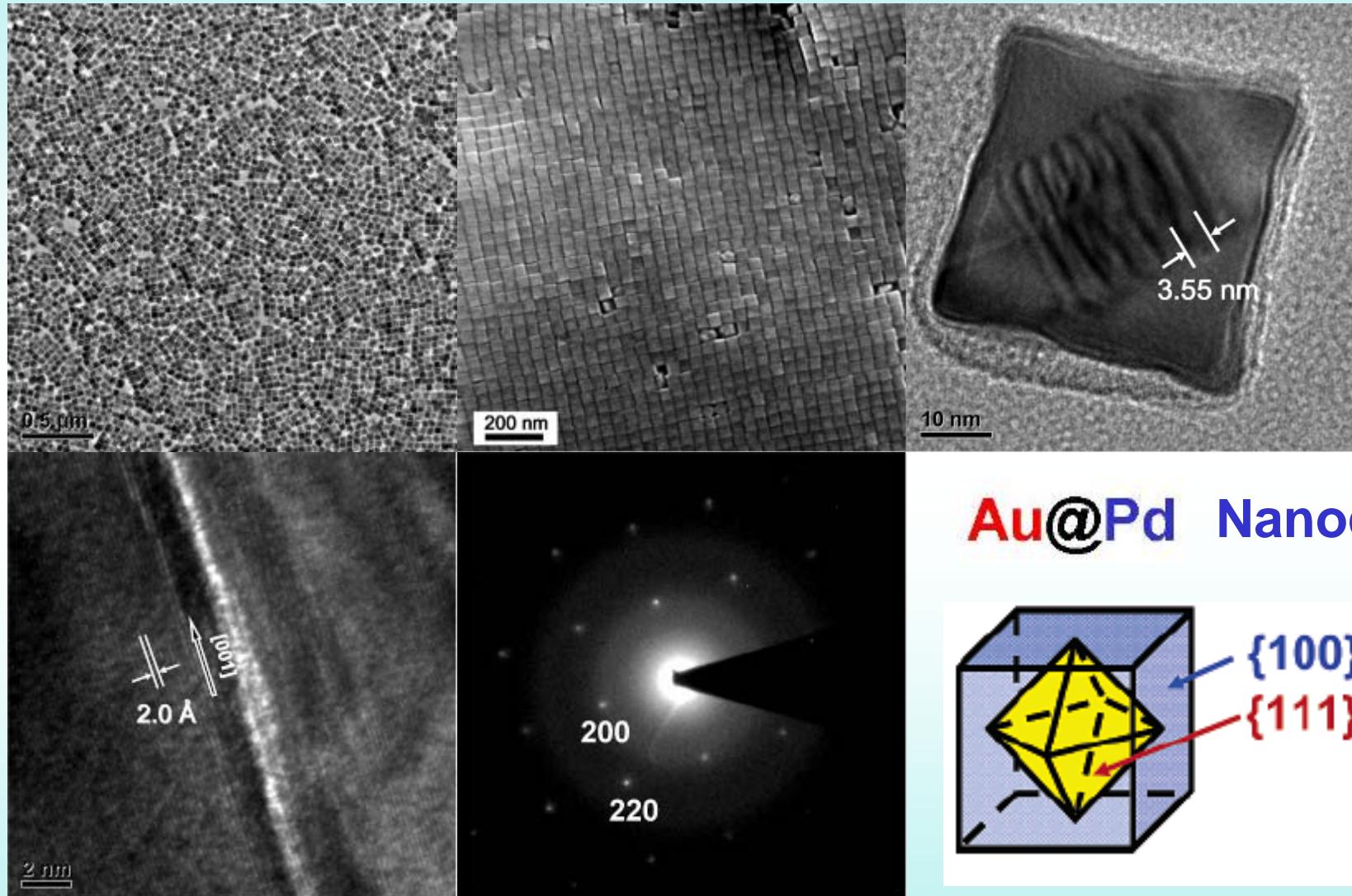


Integrated intensity of the C-O stretching band of the bridge-bonded CO as a function of the Pd shell thickness.

纳米单晶的制备及其生长模式

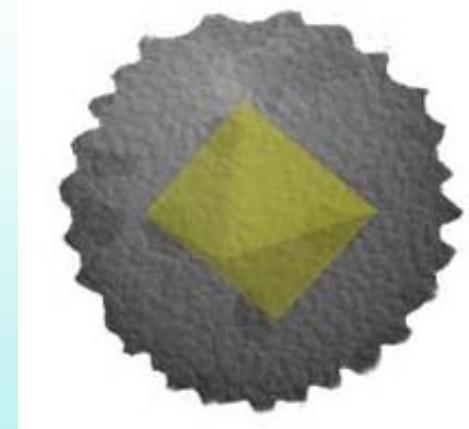
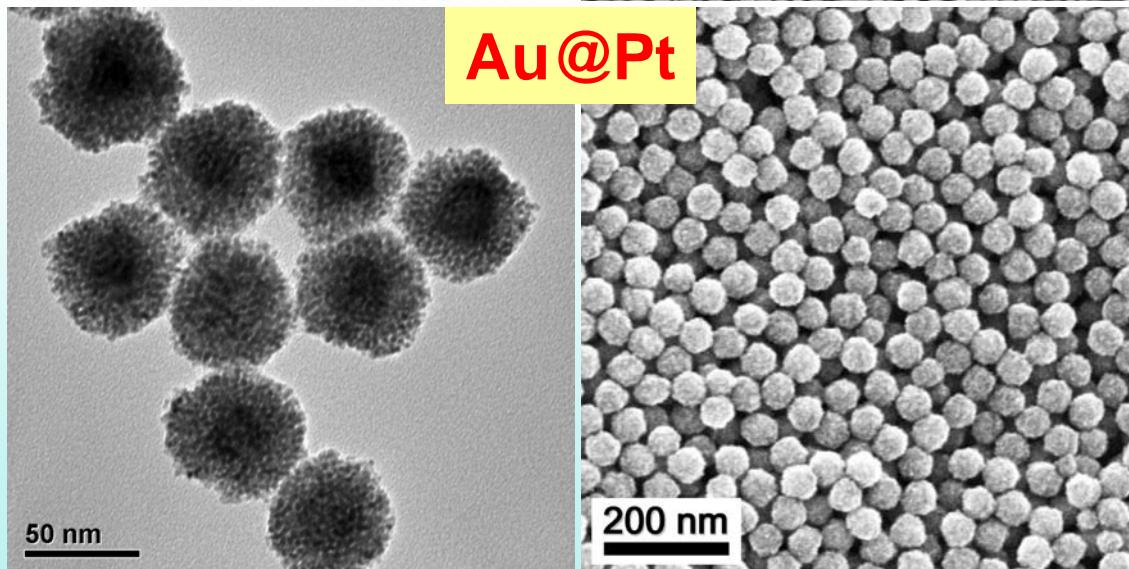
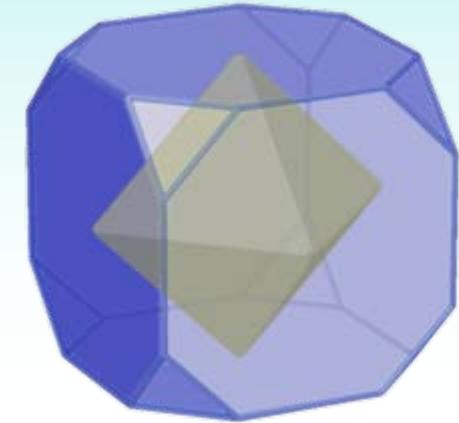
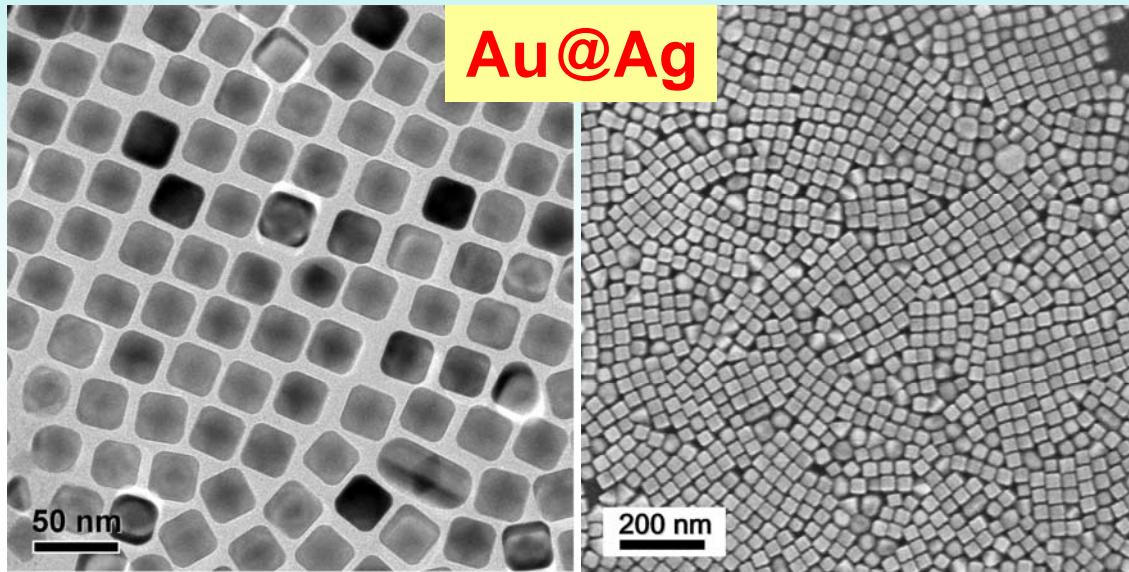


核壳双金属纳米立方体

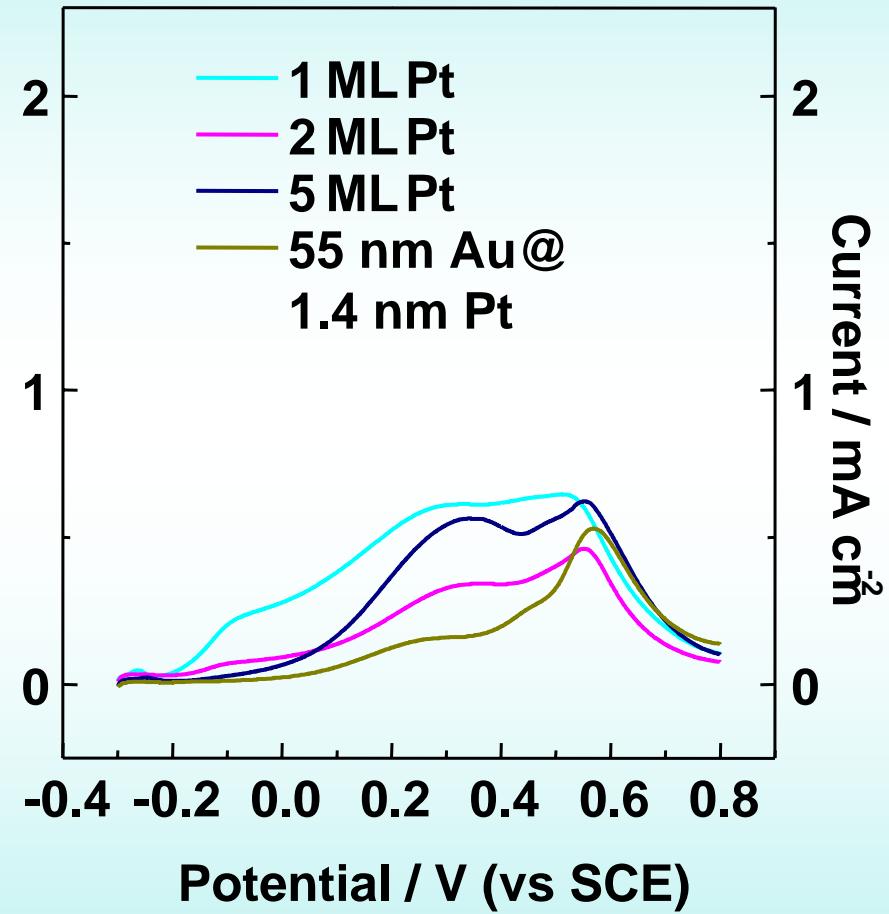
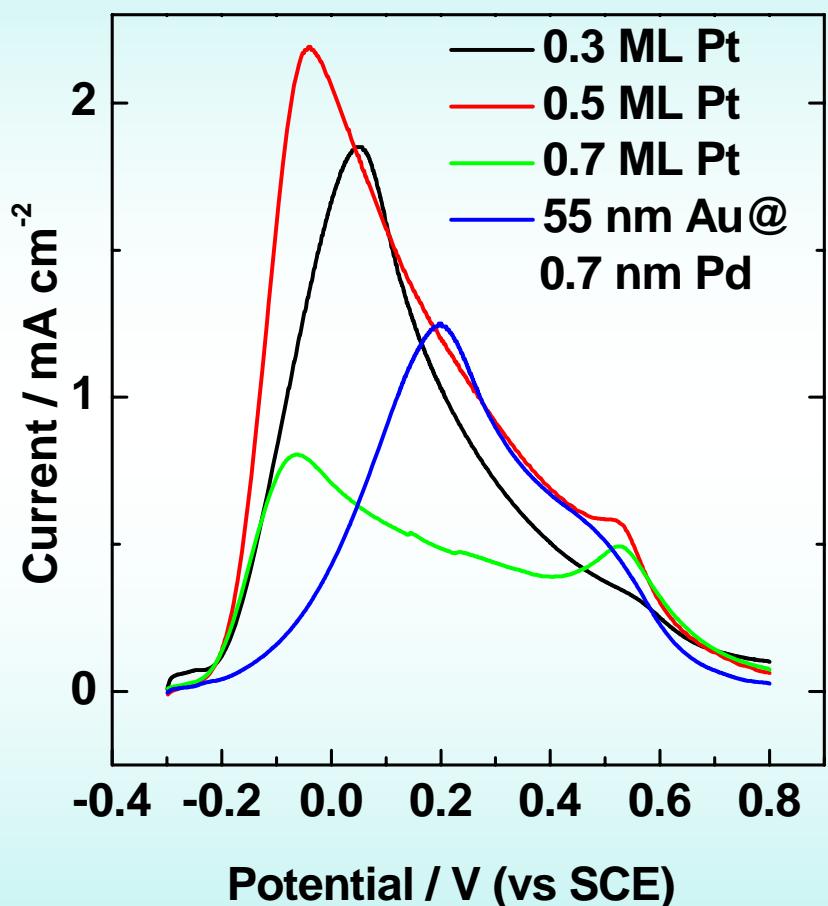


F.R. Fan, et al., JACS, 2008, in press.

核壳双金属纳米粒子



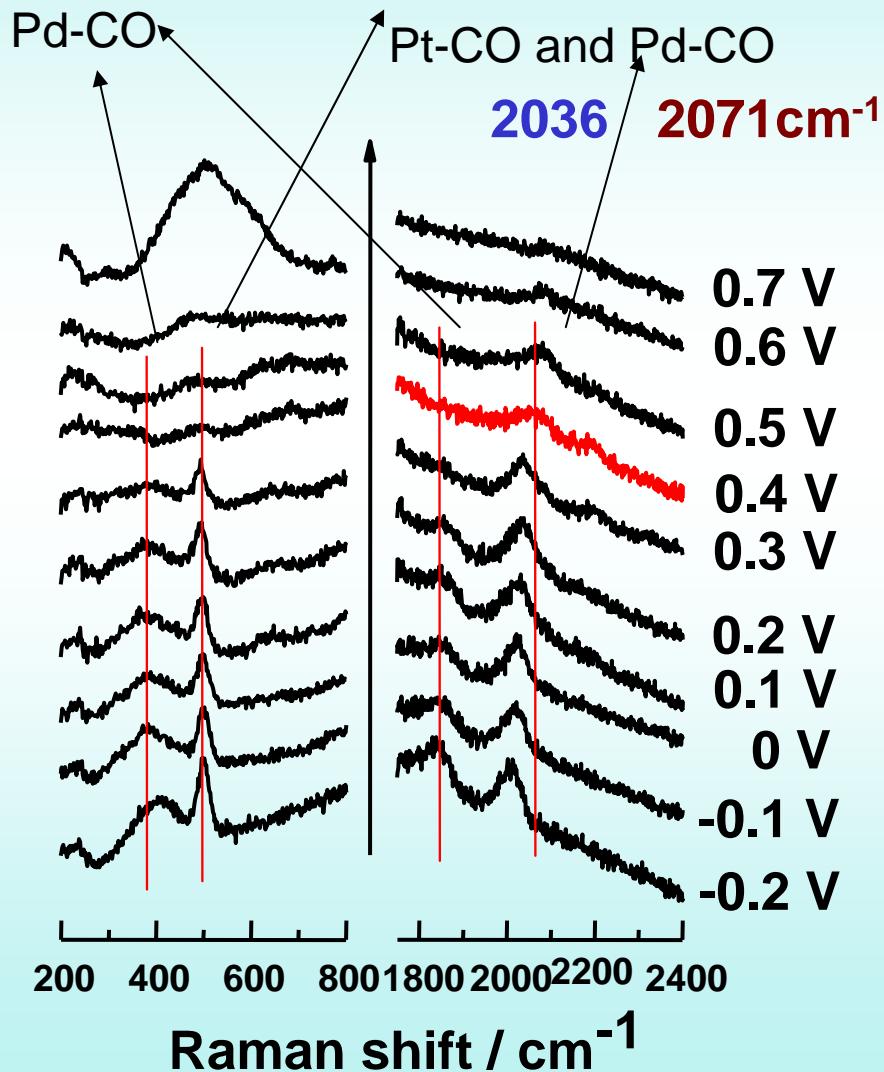
不同组成的纳米粒子的电催化研究



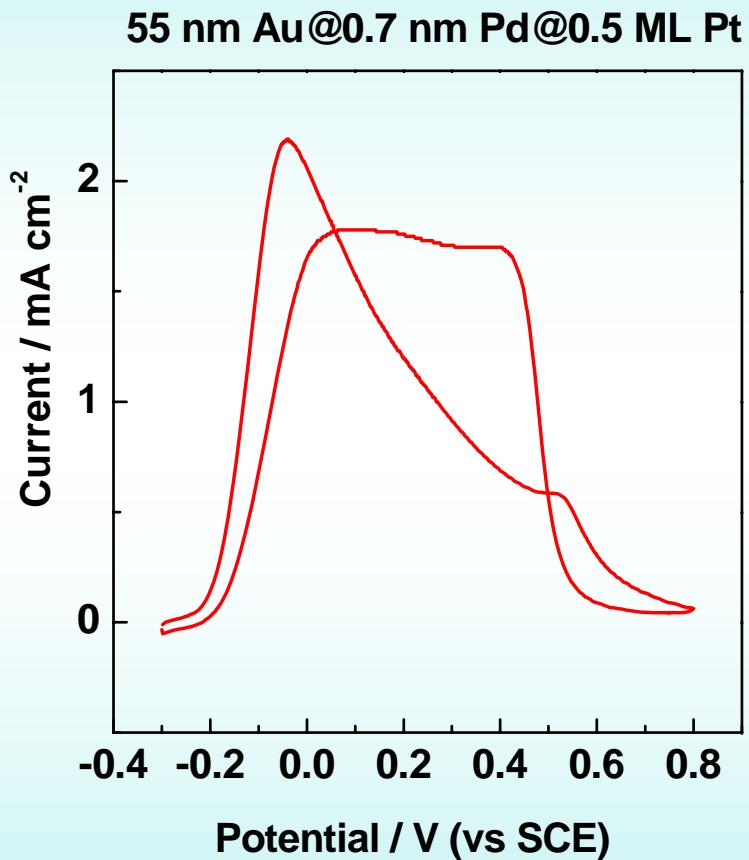
In 1 M HCOOH + 0.1 M H₂SO₄, Scanning rate: 10 mV/s

用SERS研究电催化反应的机理

桥位:



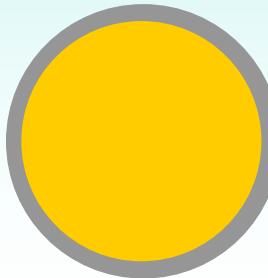
顶位:



CV of 55 nm Au@Pd@Pt in
0.1 M H₂SO₄ + 0.1 M HCOOH
Scanning rate: 10 mV/s



暑期主要任务： 设计并制备出各种不同用途的纳米粒子



主要制备核壳结构的纳米粒子
制备出以**Fe, Cu, Ni, Co**等金属或者其他非金属为核，以**Pt, Pd, Ru**等金属为壳的双金属或者多金属纳米粒子。

要求：尺寸形状可控，壳层厚度可控。

首要目的——摸索合适的制备纳米粒子的条件，制备出不同的核壳结构的纳米粒子

简要实验流程：

- ① 制备不同大小和形状的纳米粒子核
- ② 包上其他的金属，形成外延生长的核壳结构的纳米粒子
- ③ 用不同的方法表征纳米粒子的结构和形貌
- ④ 利用合成的纳米粒子进行电催化和**SERS**研究

实验的仪器方法

- 1. 光谱学方法
表面增强拉曼光谱，紫外吸收光谱
- 2. 表征方法
扫描电化学显微镜(SEM)，透射电镜(TEM)，高倍透射电镜(HRTEM)
- 3. 电化学方法
循环伏安法，计时电位，计时电流等。



暑期科研任务和要求

1 学习纳米粒子的方法(查阅文献)

2 制备出不同尺寸和形状的纳米粒子

3 学习和运用不同手段表征纳米粒子

4 利用合成的纳米粒子进行简单的
SERS和电催化研究

后续工作

1. 探究外延生长的机理
2. 获得廉价的催化材料，并继续提高催化剂的稳定性能。
3. 根据合成出的纳米粒子性质继续设计催化活性较高的催化剂。
4. 根据反应的特点设计催化剂，可以作一些选择催化，氧还原等。

主要参考文献

- Tian, Z. Q.; Ren, B., *Annual Review of Physical Chemistry* **2004**, 55, 197-229.
- Tian, Z. Q.; Ren, B.; Wu, D. Y., *Journal of Physical Chemistry B* **2002**, 106, (37), 9463-9483.
- Tian, Z. Q.; *Chemical Communications* **2007**, (34), 3514-3534.
- Hu J. W, *Journal of Physical Chemistry C* **2007**, 111, (3), 1105-1112 .
- Li JF, *Langmuir* **2006**, 22, (25), 10372-10379.
- Mallikarjuna N. N, *Crystal Growth & Design*, Vol. 7, No. 12, 2007 2583
- Fan F. R, *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, 130, 6949
- 任斌, 田中群, 石油化工, **2002**, 31卷, 488
- 任斌, 田中群, 石油化工, **2002**, 31卷, 580

Group member



Thank you!

厦大鸟瞰图

Welcome to XMU

