

基于AFM-SECM联用的生物检测技术 中包封AFM针尖的制备和表征

指导老师：毛秉伟 教授
颜佳伟 副教授

助教：魏奕民 博士生
孙春风 博士生
周小顺 博士生
傅永春 博士生

State Key Laboratory for Physical Chemistry of Solid Surfaces

固体表面物理化学国家重点实验室（厦门大学）



毛秉伟 课题组



Professor MAO'S group

- 毛秉伟教授为J. Experimental Nanoscience 和《科学通报》编委。主要研究方向为电化学扫描隧道显微镜、扫描电化学显微镜(SECM)、离子液体欠电位沉积、纳微电极、SPM诱导表面有序纳米结构的构筑等。
- http://pcss.xmu.edu.cn/users/bwmao/1_4_16.html

本组研究工作基础



Professor MAO's group

针尖纳电极的制备和表征方法

金属针尖制备

电化学刻蚀法:

Au
W
Pt
Pt/Ir...

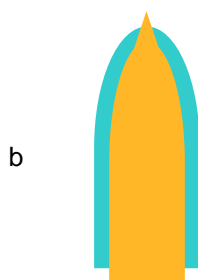


纳电极包封

直接涂裹法:

聚甲基苯乙烯、
指甲油、石蜡...

电泳漆包封法

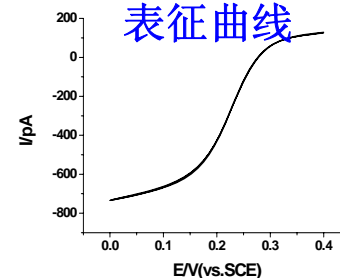


SEM及电化学表征

SEM图

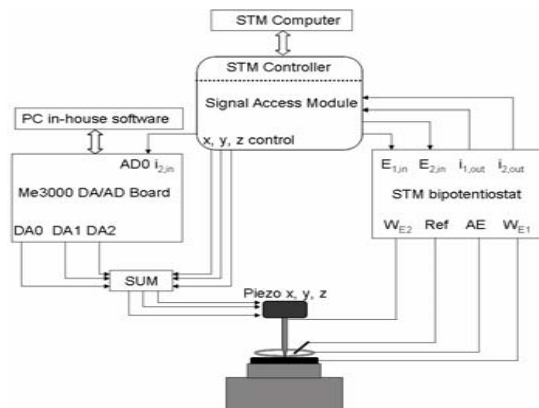


极限扩散
表征曲线

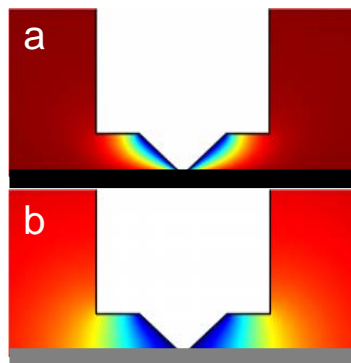


STM-SECM联用技术发展

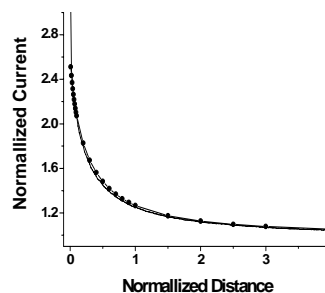
系统搭建



理论拟合

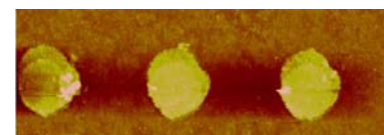


◆反馈机制拟合

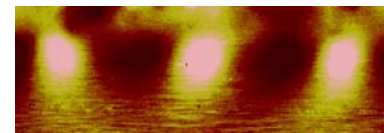


联用成像

◆STM成像: 形貌信息



◆SECM成像: 化学信息



本课题组在相关研究方面已获得国家发明专利 (专利公开号: CN 101105469 A)

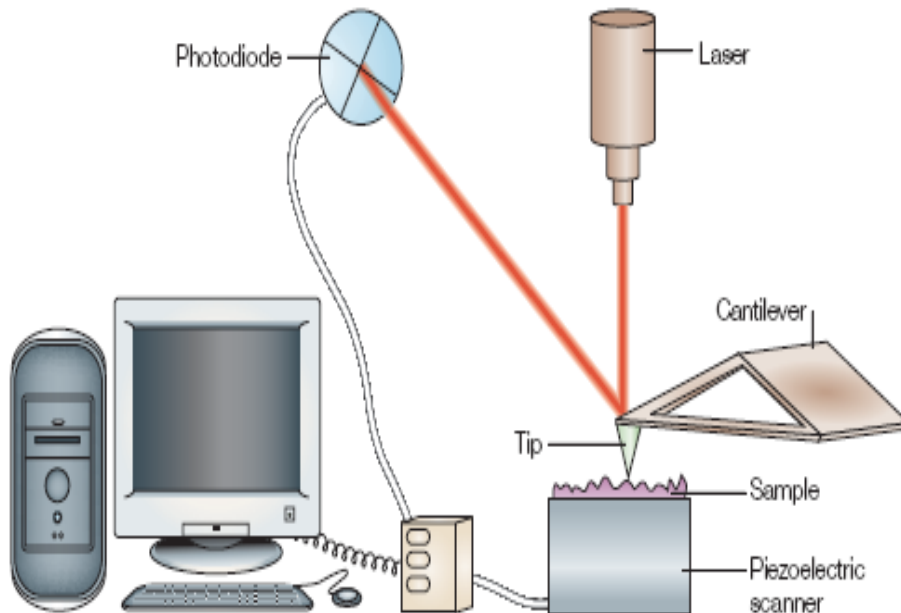
背景介绍



Professor MAO'S group

AFM应用于生物体系的优点及意义

高的空间分辨能力



AFM具有以下优点，使其在生物体系中具有较好的应用前景：

- 1.适用范围广，可用于不导电的体系以及水溶液体系（接近生理条件下）
- 2.**Z**方向分辨率高，可测量高度
- 3.扫描范围大，最大可达几毫米（**vs STM**）（一般细胞的大小在几十微米左右）
- 4.可对表面进行机械性质的测量

SECM简介

基本原理

◆ 通过在调节针尖逼近基底表面的距离建立起扩散控制的反馈机制



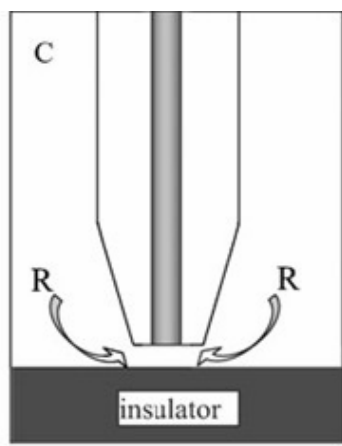
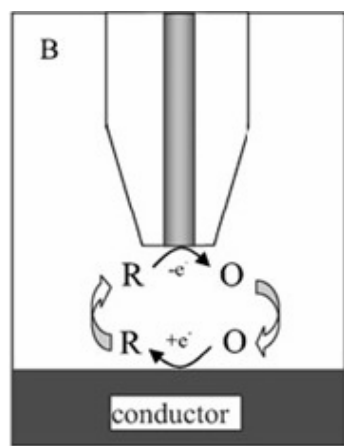
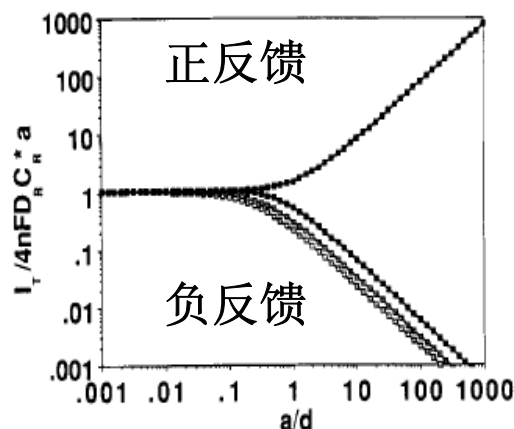
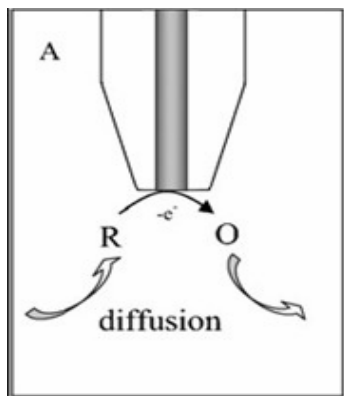
◆ 实时检测表面特定电化学活性物种浓度



◆ 通过扫面实现对表面电化学活性位点的现场成像

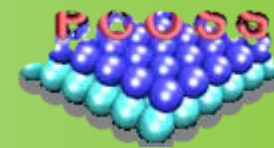
表面化学信息分辨

生物电化学传感器



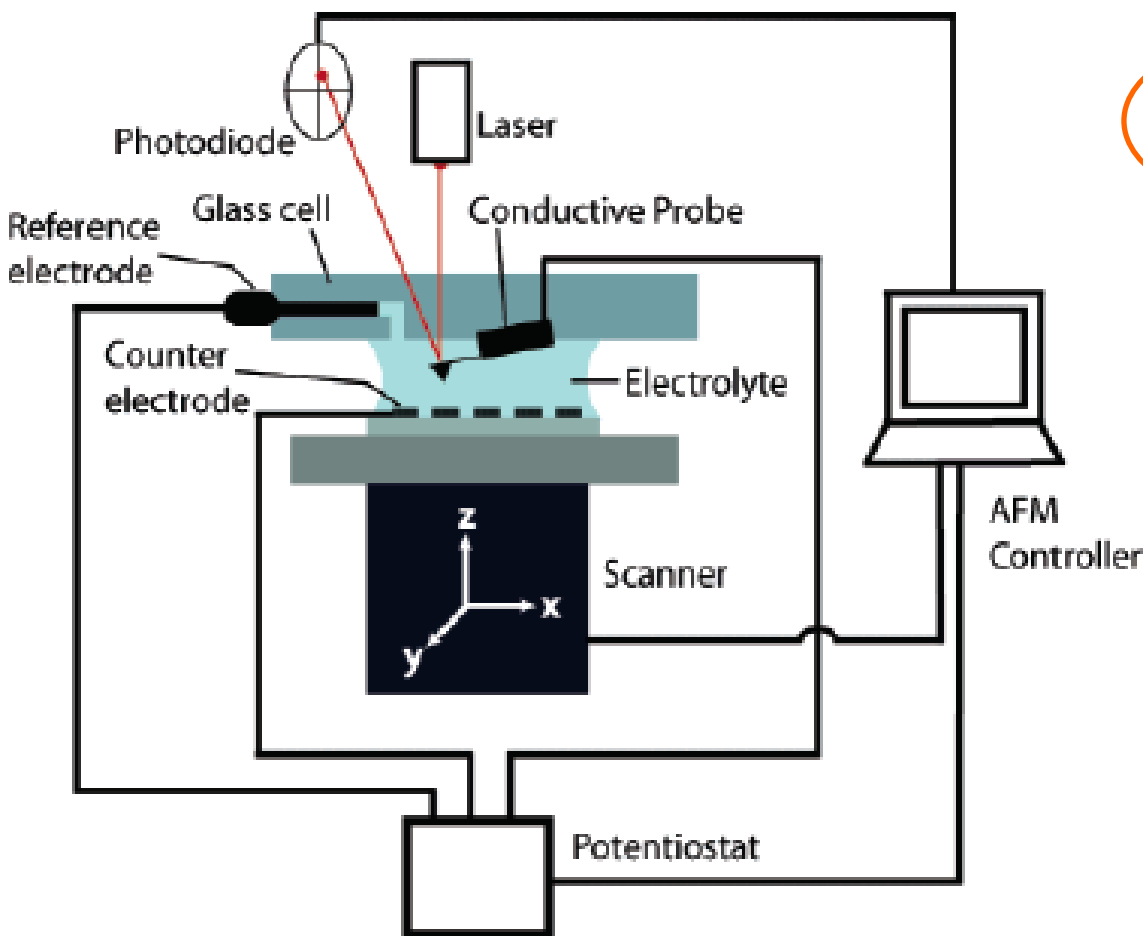
SECM反馈模式示意图

背景介绍



Professor MAO'S group

AFM与SECM联用的优势



空间分辨的生物电化学传感器

表面形貌

电化学活性

combined

一些生物过程往往基于一些分子的电化学变化，综合这两项技术可以为生命体系的一些变化提供in situ 横向分辨以及表面化学信息

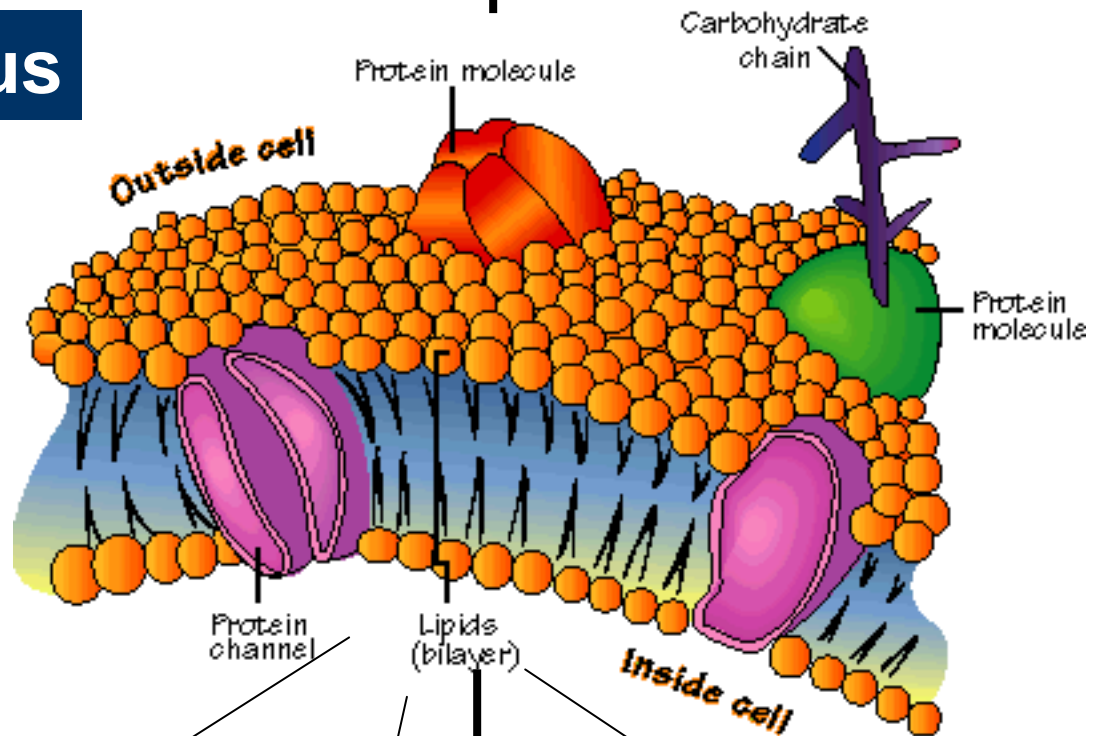
实验设想



Professor MAO'S group

Our focus

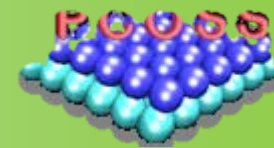
AFM—SECM



细胞膜上电荷分布？

离子通道？

细胞代谢产物原位分析？



关键的第一步——针尖制备

联用的关键是制备**AFM—SECM**针尖

目前主要的针尖制备方法：

1. 自制、腐蚀金属**AFM**针尖包封
2. 商品化氮化硅**AFM**针尖改造（我们将要开展的方法）
3. 碳纳米管**AFM**针尖改造.....

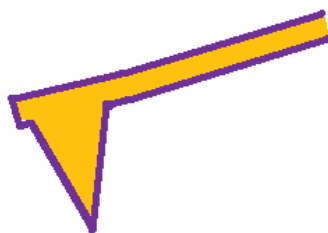
首要目的——摸索合适的包封技术，制备可在电化学条件下工作的**AFM**针尖

简要实验流程：

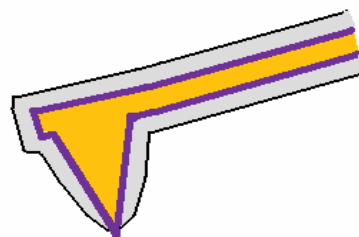
①商品化氮化硅**AFM**针尖



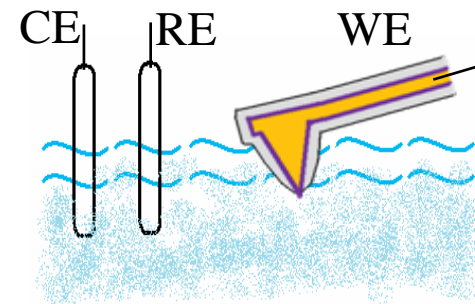
②针尖表面溅射金属导电层

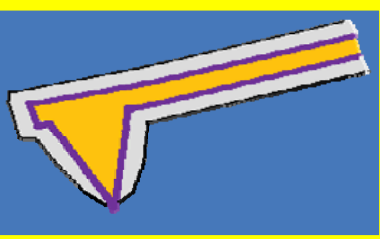


③表面绝缘包封只留尖端暴露



④电化学表征考察包封效果





暑期科研任务和要求



Professor Mao's group

1

学习**AFM**针尖包封的方法(查阅文献)

2

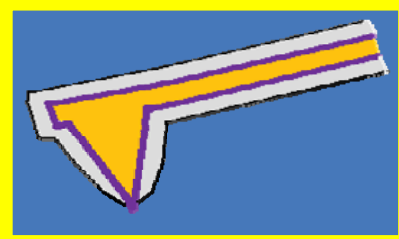
利用现有可行的方法制备包封针尖

3

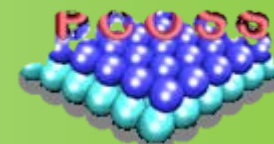
运用电化学手段表征包封效果

4

初步了解**SPM**的基本原理和实验技术



科研任务的重点和难点



Professor Mao's group

①AFM针尖包封步骤——材料、方法、条件

②电化学表征装置的搭建

③微电极的电化学表征原理

重要参考文献:

AFM 针尖包封方面:

Esplandiu MJ et al. NANOLETTERS, 4-10, 1873, 2004

Patil A et al. NANOLETTERS, 4, 303, 2004

Burt DP et al. NANOLETTERS, 5-4, 639, 2005

微电极电化学表征原理:

HS White et al. ANALYTICAL CHEMISTRY, 72-18, 4441, 2000

HS White et al. JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION , 82-5, 712, 2005

Welcome to XMU



Professor MAO'S group

