

黄丽清课题组简介

黄丽清，女，博士，教授，博士生导师。

主讲“信息光学”，“纳米结构材料的光学性能”等课程，同时承担“综合物理实验”、“近代物理实验”和“光信息专业技术实验”等实验课程。

主要从事微纳结构光学特性及其应用方面的研究工作，具体研究方向包括：纳米结构薄膜物理性能及其应用；金属纳米结构组装体系表面等离子光学特性及其应用；微纳偏振光学器件的光学特性及其结构优化。

目前承担有国防 973 专题项目和省工业攻关项目 2 项，研究经费充足。

1 纳米结构薄膜及其光学和浸润特性的研究

多孔阳极氧化铝(Porous Anodic Alumina, PAA)膜是典型六角有序排列纳米孔阵列的自组织微结构(如图 1 所示),其结构参数可通过调控阳极氧化参数进行调控。独特的纳米结构特征、可调控的结构参数和良好的耐热性、电绝缘性、化学稳定性以及生物相容性使得 PAA 膜在**生物医学**（细胞生长和组织工程一作为形成骨骼、牙齿和支架等生物材料，药物传输）、**分离科学**（氨基酸，蛋白质，DNA 等的分离）、**传感技术**（生物和化学传感）以及**功能纳米结构材料的合成**等领域具有十分广阔的应用前景，受到人们的极大关注。

我们课题组主要研究采用阳极氧化法制备结构参数可调控的纳米结构薄膜的技术，并对所制备 PAA 膜光学性质（透、反射光谱特性、荧光特性）和表面浸润特性（亲、疏水特性）随参构参数变化的特性进行实验测试和分析，为其在**纳米结构材料的制备、传感以分离科学和生物医学中的应用**提供技术支持。

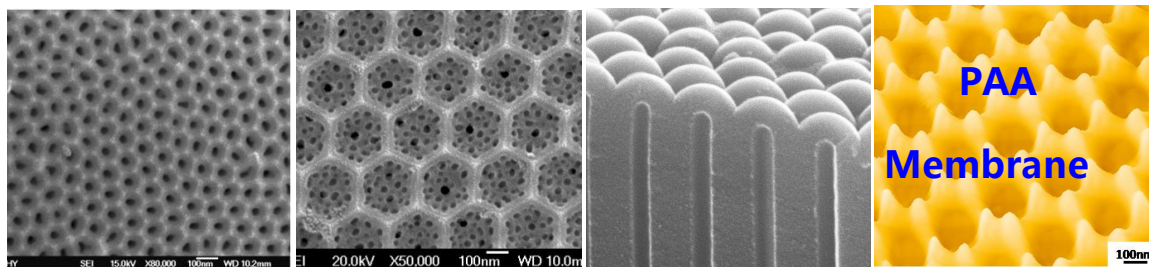


Figure 1 SEM and AFM images of PAA membrane fabricated by our group

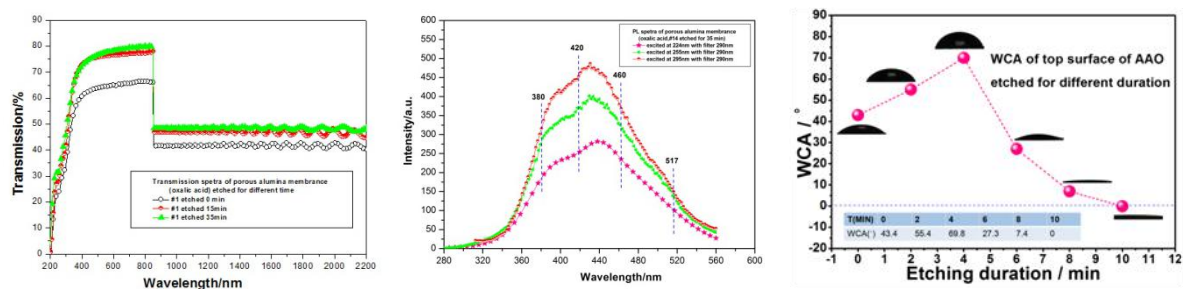


Figure 2 Spectra and wettability properties of PAA membrane fabricated by our group

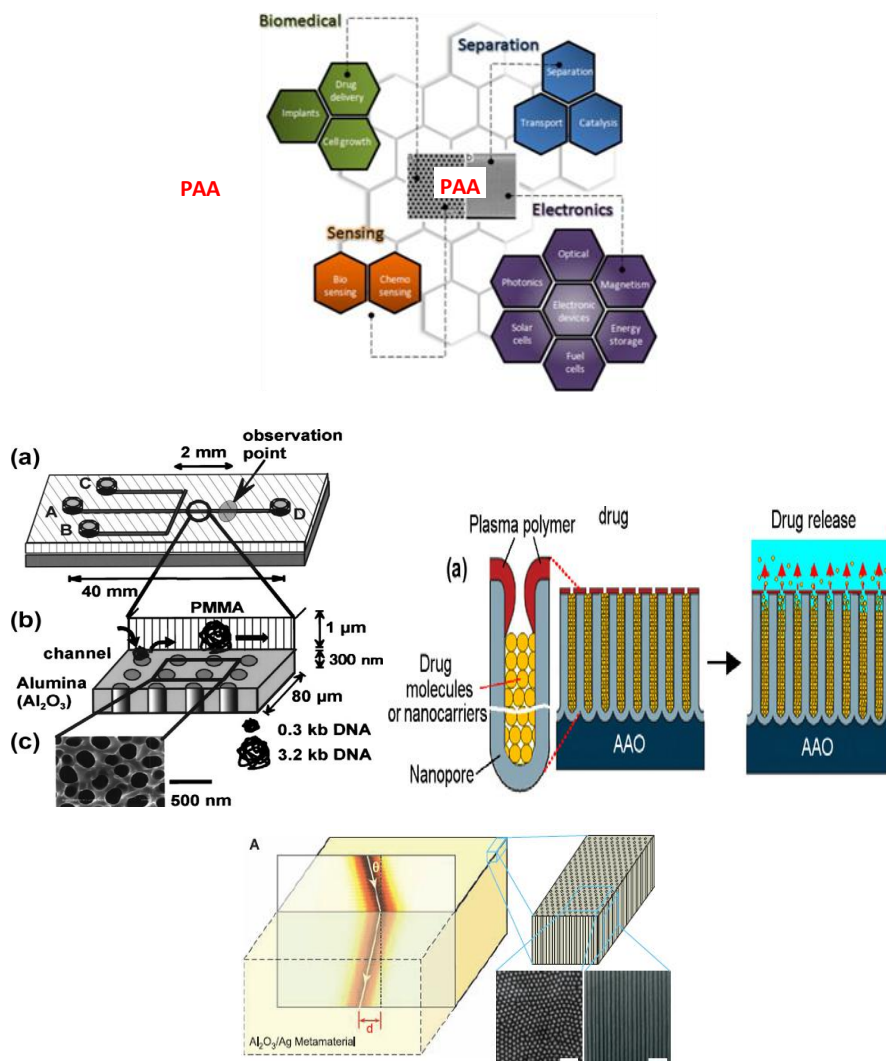


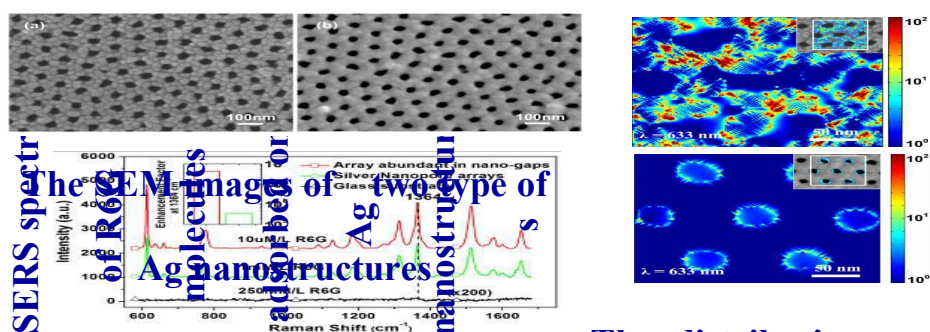
Figure 3 Application of PAA membranes in molecular separate, drug delivery and fabrication of functional nanostructured materials.

2 金属纳米结构阵列的研制及其在表面增强光谱中的应用

光与金属纳米结构相互作用时，在满足特定的条件下将会产生表面等离子共振 (Surface Plasmon Resonance, SPR)—光的电磁振荡与金属中自由电子集体振荡共振耦合

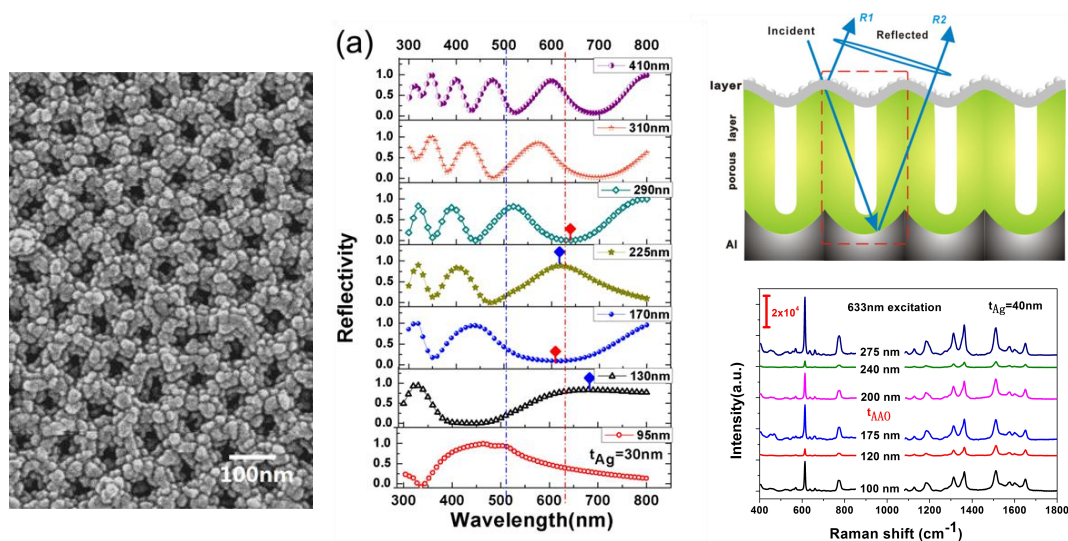
的物理现象。表面等离子共振时所形成的共振电磁模—表面等离子激元（Surface Plasmons, SPs）具有极强的空间局域性和可调控特性，这些特性使它不仅在基础科学，而且突破光波衍射极限的高分辨成像、非线性光学、表面增强光谱、高灵敏度生物化学传感器以及太阳能光伏等许多技术领域具体有很好的应用价值，引起了人们极大的研究兴趣。

我们课题组主要探索制备有序金属纳米结构的技术，研究结构参数对其光学特性（透、反射光谱特性、局域电磁场增强特性和可调控特性）的影响规律和机制，研究其在表面增强荧光和表面增强拉曼光谱等领域的应用，以实现高灵敏度分子检测(如肿瘤、食品或环境中有害物质的微量检测等)。课题组的相关研究结果如图4和5所示。



The distribution maps of local electric field intensity $|E_{loc}/E_0|^2$ for two types of Ag nanostructure arrays

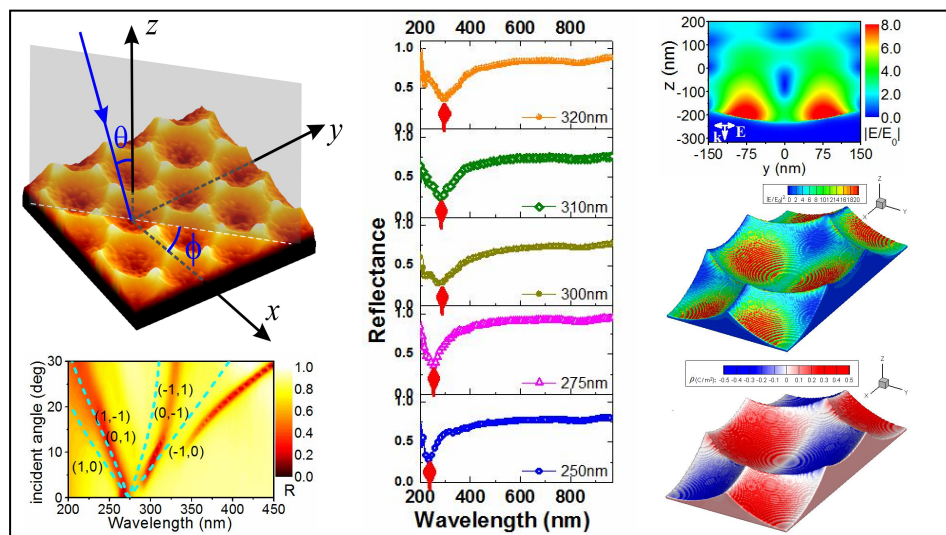
(银纳米结构阵列及其在表面增强拉曼散射光谱中的应用之一)



(

银纳米结构阵列及其在表面增强拉曼散射光谱中的应用之二)

Figure 4 Ag nanostructure arrays and their application in surface enhanced spectra (SERS)

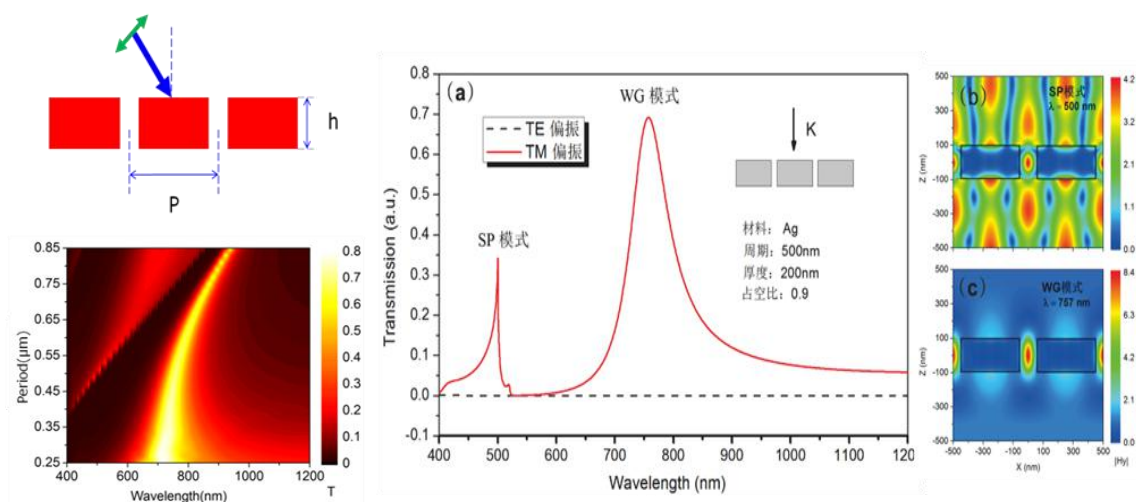


[铝纳米结构阵列及其表面等子共振光学特性（远、近场）]

Figure 5 Al nanostructure arrays and their optical properties

3 微纳偏振光学器件的设计及其偏振选择性透过特性的优化。

采用电磁数值模拟方法对微纳器件（金属线栅和圆格栅）偏振选择性透过特性进行模拟计算和分析，获得优化的偏振器件结构和性能，为高性能微纳偏振器件的制备提供理论和实验依据。课题组的相关研究成果如图 6 所示。



(亚波长金属线栅偏振透过特性模拟研究)

Figure 6 Polarization selective optical properties of sub-wavelength metal grating

