



科学研究 研究方向 科研平台 科研进展 学术期刊 创新成果虚拟展厅 大科学装置 合肥区域中心

科研进展

当前位置: 首页 > 科学研究 > 科研进展

科学岛团队在自限域脱湿机制晶圆级制备纳米金阵列方面取得新进展

作者: 陈志明 发布时间: 2024-01-18 【打印】 【关闭】

近期,中国科学院合肥物质院固体所在自限域脱湿机制晶圆级制备具有强表面晶格共振效应的纳米金阵列及其等离激元传感应用研究方面取得新进展,相关研究成果发表在 *Advanced Science* 上。

等离激元纳米材料在光激发下会产生局部电磁场增强,在生化传感、纳米激光和能源催化等领域显示出巨大的应用前景。等离激元纳米材料产生的局域表面等离激元共振效应,可以有效地将光耦合到纳米结构中,并将光压缩到亚波长体积中。将等离激元纳米颗粒排列成非密排(ncp)阵列,既可以在光场激发下产生等离激元共振效应,还能产生全新的表面晶格共振效应(SLR),这是制备超材料或超表面等新兴材料的重要基础。因此,实现ncp金属纳米颗粒有序阵列的高质量制备,不仅是研究其新型光学性质的关键材料基础,而且对其实际应用推广具有重要意义。当前迫切需要一种简单的策略,以灵活而精确的方式制备大面积ncp纳米金属阵列。

鉴于此,固体所研究人员通过观察沉积在胶体晶体表面的金纳米膜的特殊厚度梯度分布,揭示了一种自限域脱湿机制,实现ncp纳米金阵列经济简便的有效制备,消除了对传统纳米制造技术的依赖。沉积在胶体晶体表面的金会被球形表面重塑成一系列接触但不相连的金纳米壳,由于球面上的比表面积差,每个金纳米壳都具有中心厚、边缘薄的特点。这种厚度差异会使纳米壳从中心到边缘的熔点梯度减小,在这样的熔融梯度驱动下,每个金纳米壳都会向内收缩,最终在退火过程中脱湿成一个占据晶格中心的金纳米颗粒,从而导致自限域脱湿。

以此为基础,研究人员提出了一种可控制备ncp纳米金有序阵列的软光刻压印技术,可以批量重复制造具有相同光学特性的ncp纳米金阵列,且步骤简单、不需要昂贵的设备、模板可重复使用,是制备高质量、高均匀性ncp阵列的理想方法。通过该方法,研究人员成功制备了不同周期的六方ncp纳米金阵列和四方ncp纳米金阵列,实现了4英寸高度有序ncp纳米金阵列的制备,对金材料的利用率接近100%,可有效推动纳米器件和光学传感器的发展。制备的ncp纳米金阵列显示出独特的强SLR特性,可在正常白光垂直入射的不对称环境下被激发。研究人员进一步利用该特性,设计出具有简单传输配置的分子相互作用传感器,大大简化了光学设置,为推进等离激元光学传感的高通量便携式商业化进程提供了可行方法。

以上工作得到了国家杰出青年科学基金、国家重大研究计划、中国科学院青促会等项目的支持。

全文链接: <https://doi.org/10.1002/advs.202306239>

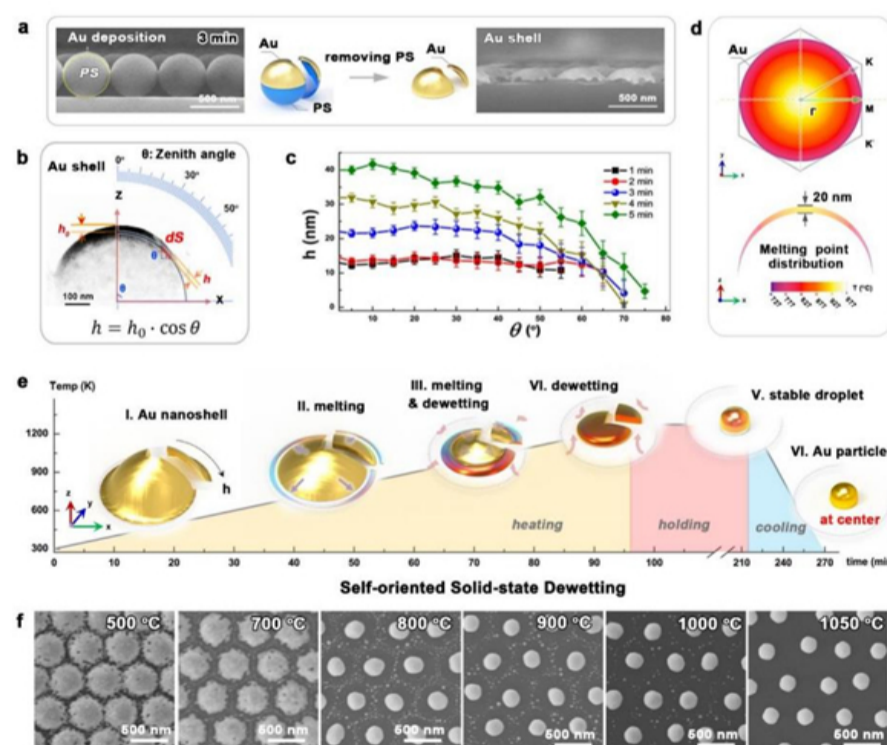


图1. 球形金纳米壳的自限域脱湿机制: (a) 通过金沉积和随后用溶剂去除球形PS模板获得的金纳米壳的SEM图像; (b) 从(a)中提取的典型金纳米壳的透射电镜图像; (c) 金纳米壳厚度与测量角度和沉积时间的关系分析; (d) 理论模拟了厚度对金纳米壳熔点梯度的影响; (e) 金纳米壳在退火处理过程中自发脱湿成稳定在晶格中心的金纳米粒子的示意图,定义为自限域脱湿过程; (f) 在不同温度下退火的一系列SEM结果观察到金纳米壳演变成ncp阵列。



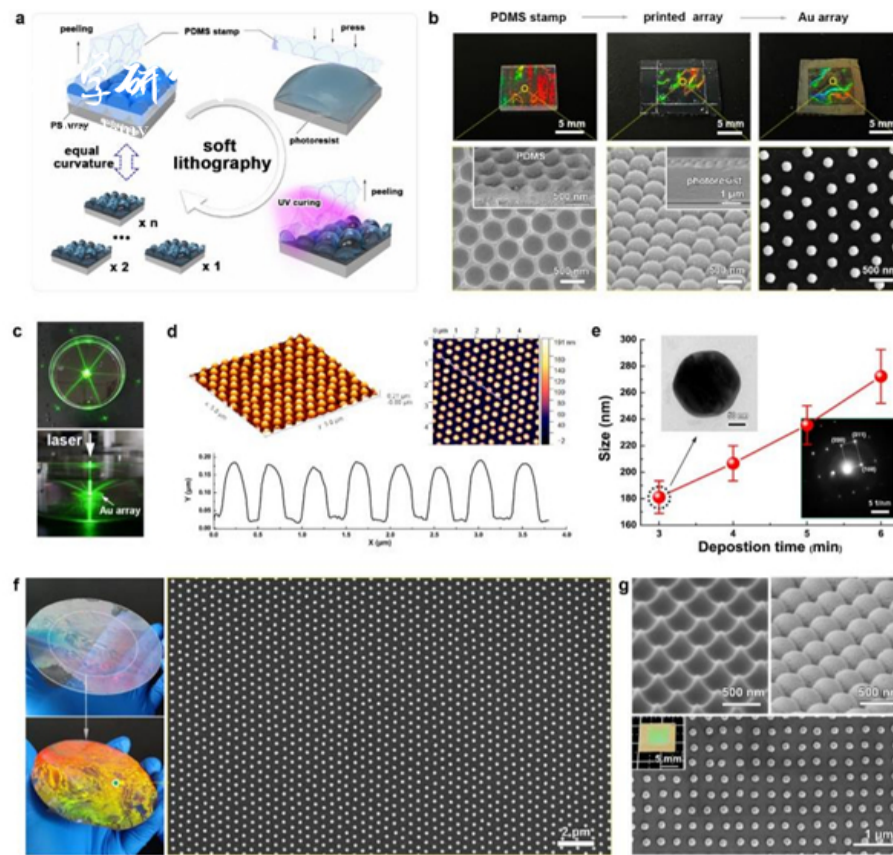


图2. 软光刻技术重复制备ncp金纳米颗粒阵列：(a) 从胶体晶体阵列复制光刻胶阵列的软光刻工艺示意图；(b) 软光刻所涉及的PDMS印章模板和印刷光刻胶阵列，以及最终脱湿的ncp金纳米颗粒阵列的光学照片和相应的SEM图像；(c) 在绿色激光正常入射后，ncp金纳米颗粒阵列在反射模式下的衍射图；(d) 典型AFM结果和(b)中ncp金纳米颗粒阵列的相应高度测量；(e) 脱湿金纳米颗粒尺寸随金沉积时间的变化，插图显示了金沉积3 min时获得的金纳米颗粒的TEM图像和选定的电子衍射图；(f) 基于软光刻技术的金纳米颗粒阵列晶圆尺度图像；(g) 在阳极氧化铝(AAO)纳米碗模板上复制出四方排列的PMDS印记、固化光刻胶阵列和ncp金阵列的SEM图像，(g)中所示的是四方排列的脱湿金纳米颗粒阵列的照片。

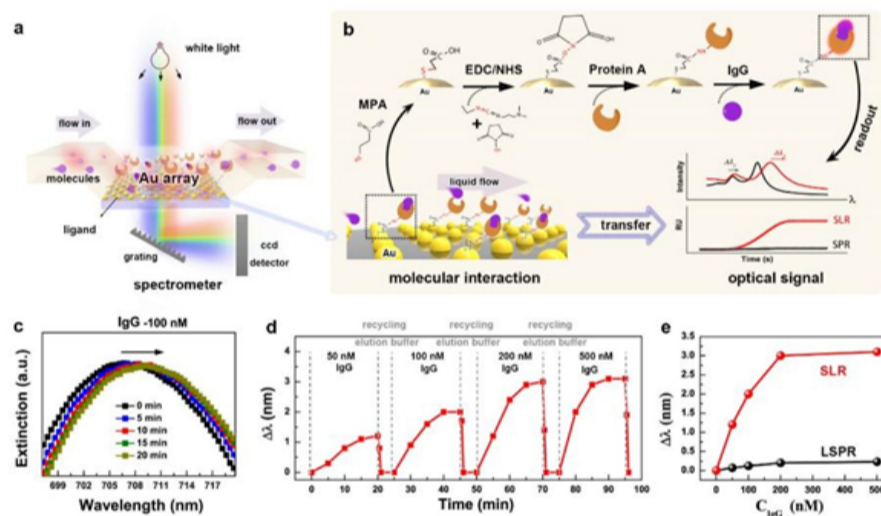


图3. 基于ncp金纳米粒子阵列的分子相互作用传感：(a) 传感测试的工作原理；(b) 通过EDC/NHS化学在金纳米颗粒表面功能化的示意图工作流程，以及通过ncp金阵列将蛋白A和IgG之间的分子结合相互作用转化为易于读取的光信号；(c) IgG分子与功能金纳米颗粒阵列结合时，SLR峰位置随时间的动态演变；(d) 实时监测不同浓度下IgG的结合情况，其中金阵列芯片通过洗脱缓冲液再生；(e) SLR和LSPR在不同浓度的IgG结合下变化的比较。

上一篇

下一篇

