合肥研究院在甲醇燃料电池催化剂材料研究中取得进展

近期，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所微纳技术与器件研究室研究员李越课题组在可控制备多孔金-银-铂（AuAgPt）合金纳米材料及其甲醇催化研究方面取得新进展，相关研究结果发表在Journal of Materials Chemistry A (J. Mater. Chem. A, DOI: 10.1039/c8ta04087g)上。

近年来，随着经济的迅猛发展，我国对能源的需求日益增加。化石能源作为目前全球消耗的最主要能源，在给我们带来方便的同时，也对地球环境造成了严重污染。因此，开发可代替化石能源的清洁能源变得越来越重要。燃料电池是一种能把燃料和氧化剂中的化学能直接转化成电能的装置，它是继水力、火力、原子能发电方式之后的“第四种发电方式”；因具有节能、转换效率高、接近零排放的优点；已成为解决能源和环境问题的重要途径。其中，甲醇燃料电池因具有工作效率高、环境友好等特点，被广泛应用于便携式设备。相比于氢能源，甲醇是一种更加便宜的液态燃料，便于存储、易运输，且具有更高的理论能量密度，因此甲醇燃料电池在新能源领域具有非常好的应用潜力。

目前，甲醇燃料电池的催化剂主要采用铂纳米材料制成，但是传统铂纳米材料在制备过程中，会产生毒化、析出等副作用，使得铂纳米催化剂的有效面积活性和质量活性逐渐降低，严重影响了甲醇燃料电池的使用寿命。此外，制备铂纳米材料所需的金属铂储存量低、价格昂贵、成本高，十分不利于电池的大规模商业化应用。为了提高甲醇燃料电池催化剂的催化活性和稳定性，人们已通过多方法制备出了具有不同结构的铂及铂基纳米催化剂，例如：具有高指数晶面的铂纳米粒子、空心铂钯合金、铂镍合金、银铂合金等，但这些材料的制备方法大多工序复杂、反应周期长，而且并不能很好地解决上述催化活性和稳定性问题。

李越课题组采用激光诱导法成功制备出三维多孔AuAgPt三元合金纳米材料催化剂。他们首先将Au@Ag纳米立方块与氯铂酸钾反应获得Au@AgPt纳米立方块(Au@AgPt NCs)，再采用670～700伏的激光对Au@AgPt纳米立方块进行激光辐照，使Au@AgPt纳米立方块快速熔融成实心AuAgPt合金纳米球（solid AuAgPt NSs），然后通过化学刻蚀去除实心AuAgPt合金纳米球中的部分银，制得具有单分散的三维多孔AuAgPt三元合金纳米球（spongy AuAgPt NSs）(图1、图2)。这种AuAgPt三元合金纳米球不仅稳定性远高于传统铂纳米材料，而且具有大的比表面积和高密度活性位点，易吸附反应物，能够有效地提高催化活性，其对甲醇催化的质量活性（1.62 A mgPt-1）分别是实心AuAgPt合金纳米球（0.35 A mgPt-1）和商业化铂黑（Pt black）（0.32 A mgPt-1）的 4.6 和 5.1 倍。这些优异的性能得益于材料本身的多孔结构以及材料表面的高指数晶面、晶格扭曲和孪晶界的存在。该项研究结果从一定程度上解决了燃料电池使用时催化剂催化活性不高、稳定性差和电池使用寿命短等问题。

以上研究得到了中科院交叉团队项目和国家自然科学基金项目的资助。

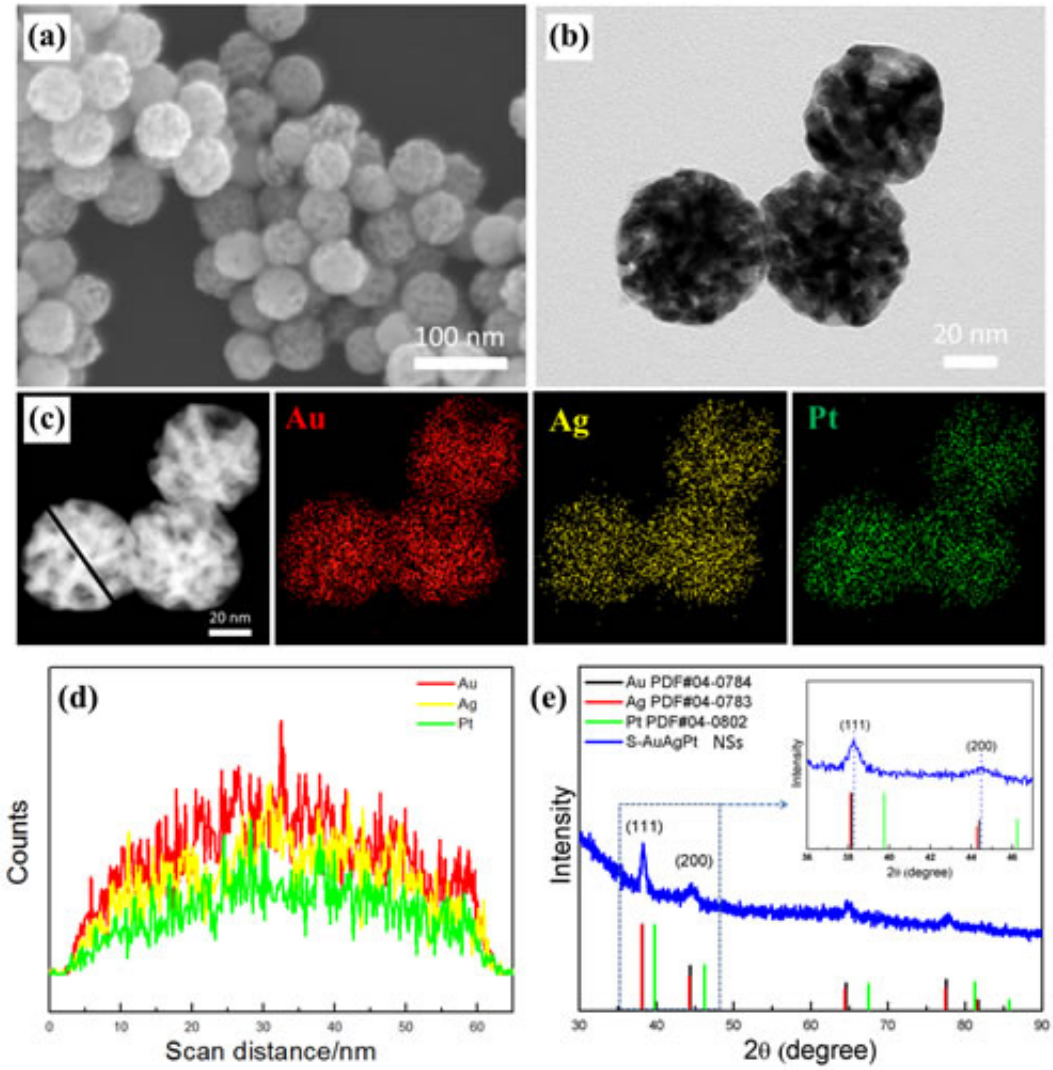

图1. (a)-(b) 分别为AuAgPt三元合金纳米球的场发射扫描电子显微镜和透射电镜图；(c) AuAgPt三元合金纳米球的高角环形暗场-扫描投射图片和元素分布图；（d）线扫元素分布图；（e）AuAgPt三元合金纳米球的X射线衍射图谱。

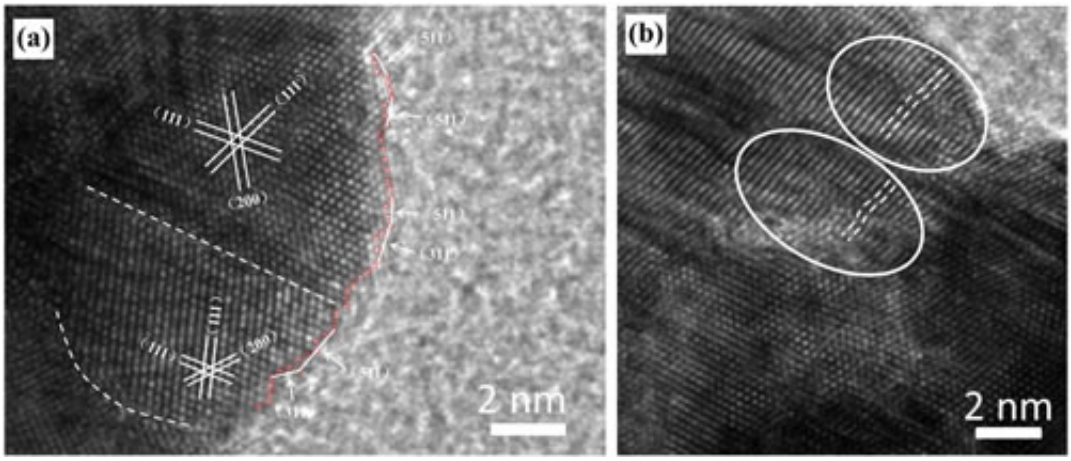

图2. AuAgPt三元合金纳米球的HRTEM图。(a) 颗粒中存在的孪晶界和高指数晶面；(b) 晶格畸变的局部放大图。

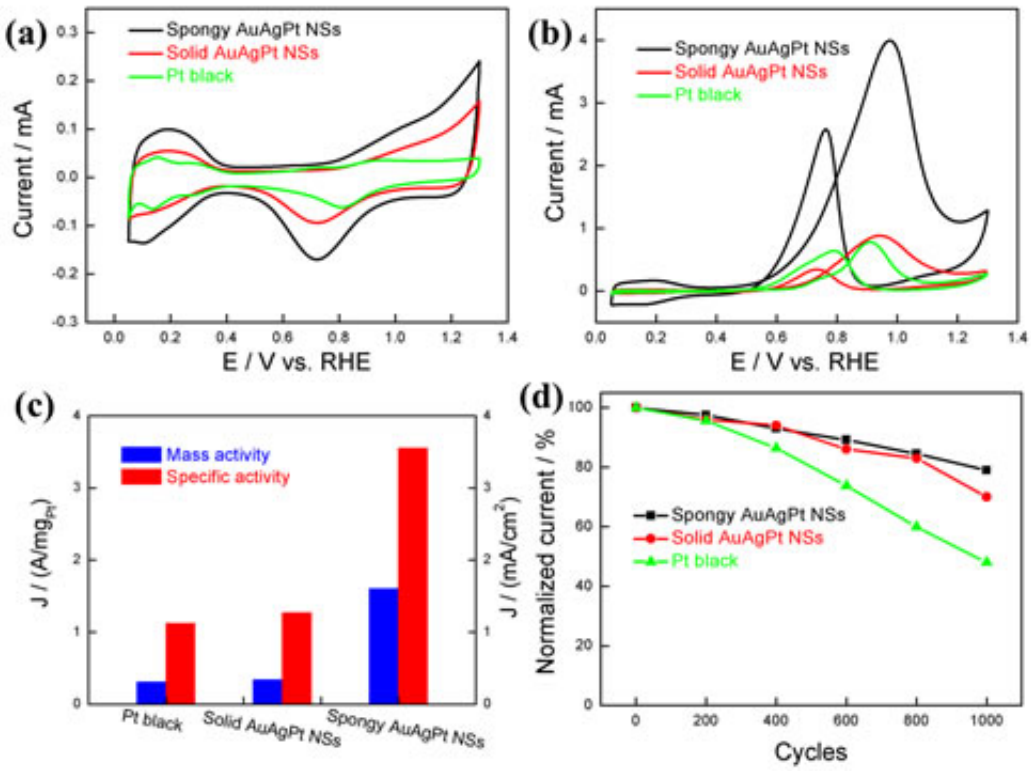

图3. AuAgPt三元合金纳米球、实心AuAgPt合金纳米球和铂黑甲醇电催化性能测试。(a) 在氮气饱和的0.1 M HClO4溶液中测试得到的循环伏安图；(b) 在0.1 M HClO4 + 0.2 M甲醇溶液中测试得到的甲醇氧化曲线；(c) 不同催化剂的甲醇氧化活性对比柱状图；(d) 稳定性测试对比图。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/126934.html