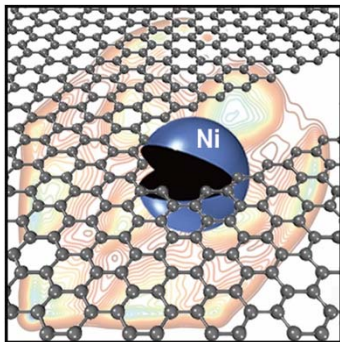




研究进展

“吃豆人”机理：多尺度理论模拟揭示石墨烯切割的奥秘



近日，中国科大合肥微尺度物质科学国家实验室李震宇教授等在金属纳米粒子切割石墨烯的机理研究中取得重要进展，首次揭示了金属纳米粒子在石墨烯切割中扮演“吃豆人(Pac-Man)”的角色，石墨烯中碳-碳键的断裂依赖于多个金属原子的协同合作，因此在不同类型的石墨烯边缘碳原子被蚀刻的难易程度显著不同。“吃豆人”机理很好地解释了之前实验上令人困惑的切割动力学问题。该研究成果于5月底发表在国际权威化学杂志 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。

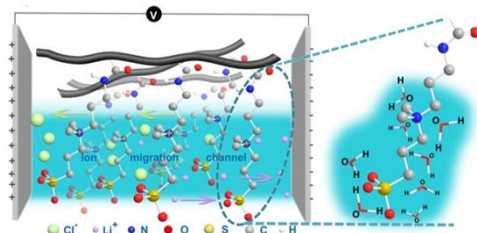
研究表明，金属纳米粒子与石墨烯接触时，石墨烯边缘的碳-碳键被附近的金属原子弱化直至切断，形成的悬挂碳原子处于多个金属原子包围中，在悬挂键断裂后被吞入金属纳米粒子内部。这一过程类似吃豆人游戏中的吃豆过程，因此相关的机理被称为“吃豆人”机理。被蚀刻的碳原子最后扩散到金属纳米粒子表面，在那里与氢反应形成碳氢化合物分子后进入气相。在“吃豆人”机理中，致密的锯齿型石墨烯边缘的碳-碳键最难被打断。但是，一旦一条完整的锯齿型边缘碳链中有一个碳-碳键被打开，其所在位置便形成一个开放的局域环境，进而使得周边的碳原子很容易被蚀刻掉。这样，像多米诺骨牌一样，第一个碳-碳键的断裂将触发整条锯齿型边缘碳链的蚀刻，从而使得石墨烯和金属纳米粒子接触的界面向前推进。

如果考虑单位时间内被蚀刻掉的碳原子的总数目，需要考虑两个因素：一个是蚀刻沟道的宽度，正比于金属纳米粒子半径；另外一个因素是沟道的长度，由纳米粒子移动的快慢决定。根据触发机制，蚀刻过程的大部分时间都花费在等待锯齿型边缘第一个碳-碳键被打开。金属纳米粒子越大，石墨烯-金属界面就越长，可以被触发的碳-碳键数目越多，从而等待时间也就越短，纳米粒子移动速度越快。最后，总的切割速率正比于纳米粒子半径的平方。这一结果解释了实验上切割速率正比于纳米粒子表面积观测结果，同时指出切割过程中最关键的步骤并非发生在纳米粒子表面而是在金属-石墨烯的界面。

2016年第6期

“用于全固态超级电容器的凝胶电解质”研究取得重要进展

近日，中国科学技术大学谢毅教授团队吴长征教授课题组，与化学物理系刘光明副教授课题组合作，将具有独特离子通道的新型两性凝胶电解质用于全固态超级电容器，获得了目前石墨烯基全固态超级电容器的最优性能。该两性凝胶电解质有望成为全固态超级电容器领域中的新型高效电解质。此成果5月底在线发表在 *Nature Communications*, 7:11782(2016) 上。



两性凝胶电解质在电场下形成离子通道，并具有良好的保水性能

课题组基于两性凝胶电解质PPDP (聚([3-(甲基丙烯酰氨基)丙基]二甲基(3-硫代丙基)氢氧化铵内盐)有序两性基团形成独特的离子通道，应用于高效全固态超级电容器。同步辐射软X射线近边吸收谱证实了两性凝胶电解质在外加电场的情况下两性基团具有有序性，能够形成独特的离子通道以有利于凝胶电解质中盐离子的传输。同时，每个两性基团可以与8个水分子结合形成水化层，使电解质PPDP具有良好的保水特性。构建的石墨烯基全固态超级电容器，在 0.8 A cm^{-3} 的电流密度下，实现了 300.8 F cm^{-3} 的比容量，并且电流密度增大25倍之后，仅有14.9 %的比容量损失，达到了目前石墨烯基全固态超级电容器的最优值。构建有序离子通道为设计新型高效能源存储器件提供了新思路。



实验室简讯

◆微尺度国家实验室组织全体师生党员开展“两学一做”党课学习

5月27日，微尺度国家实验室党委组织全体师生党员开展了“两学一做”专题党课学习，本次学习邀请了校党委副书记蒋一同志做了题为《看国家发展明自身责任，学党章党规做合格党员》的专题报告。根据校党委关于“两学一做”学习教育实施方案的安排，微尺度国家实验室党委已动员和组织了各教工和学生党支部开展了不同形式的学习教育活动。本次党课学习是微尺度国家实验室党委开展“两学一做”学习教育的重要环节。微尺度国家实验室党委将坚持开展多种形式的“两学一做”专项学习教育，把学习的根基打牢，力争每位党员在工作中体现出先进表率作用，把做合格党员的行动落到实处。



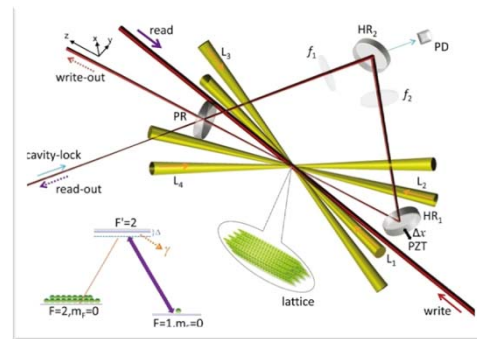
合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)
HEFEI NATIONAL LABORATORY FOR PHYSICAL SCIENCES AT THE MICROSCALE

2016年第6期 (总第131期)

合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)办公室 0551-63600458 hfnlof2@ustc.edu.cn

中国科大在长寿命高效量子存储器研究中取得重要进展

中国科大合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟院士、包小辉教授等采用冷原子系综在国际上首次实现了百毫秒高效量子存储器，为远距离量子中继系统的构建奠定了坚实基础。该成果近日正式发表在国际权威学术期刊《自然·光子学》上[*Nature Photonics* 10, 381–384 (2016)]。



实验装置示意图

该实验的重要意义在于，第一次将存储寿命及读出效率提升至满足远距离量子中继的实际需求。据估算，当前结果结合多模存储、高效通讯波段接口等技术，已原理上可支持通过量子中继实现500公里以上纠缠分发，并超越光纤直接传输极限。审稿人也对这一工作的重要性给予高度认可，并称赞这一实验为“非凡绝技”(extraordinary tour de force)。

具有太阳光全谱吸收特征和高效电荷分离能力的三元硫化物纳米异质结构研制取得新进展

近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室俞书宏教授课题组与江俊教授课题组合作，在一维硫化物异质纳米棒的设计合成及太阳能转换应用方面取得了新进展。高效利用太阳能需要半导体材料在光转换过程中可以同时吸收太阳辐射的不同光谱范围并且能有效地分离光激发电子和空穴。为了实现这一目标，研究人员基于胶体化学转换方法成功制备了一种独特的三元 $[\text{ZnS}-\text{CdS}-\text{Cu}_{2-x}\text{S}]-\text{ZnS}$ 硫化物异质纳米棒，即一个 ZnS 纳米棒上镶嵌多个 $\text{CdS}-\text{Cu}_{2-x}\text{S}$ 复合纳米节点。所制备的三元硫化物异质纳米棒可有效吸收太阳光的紫外、可见和近红外区域。在三元体系中选择性复合 $\text{CdS}-\text{Cu}_{2-x}\text{S}$ ，可以构筑PN结从而导致 $\text{CdS}-\text{Cu}_{2-x}\text{S}$ 形成type-II异质结构类型，使得三元体系中电荷载流子分别从 ZnS 和 Cu_{2-x}S 的导带流向 CdS 的导带位置，而空穴会集中在 Cu_{2-x}S 的价带，实现了电子和空穴的空间分离。太阳能吸收的增强和载流子的有效分离，显著提升了这种新颖的三元硫化物异质纳米棒在太阳能转换应用中的性能。

这种无贵金属参与的硫化物异质纳米结构，为传统半导体的光电应用提供了新的材料设计思路。该成果以VIP Paper发表在《德国应用化学》(*Angew. Chem. -Int. Ed.* 2016, 55(22), 6396-6400)，并被选为Front Cover。论文发表后受到了学术媒体的广泛关注。Angewandte Chemie Press Room-Wiley-VCH、ChemistryViews、Phys.Org、MaterialsViews、spectrascorpyNOW.com、Open Nanofabrication、NanoWerk等媒体分别报道了本工作。

