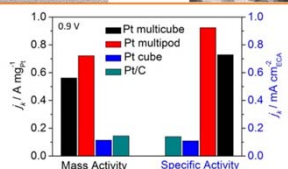
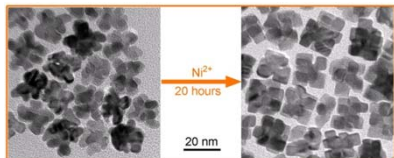


研究进展

面向燃料电池应用的催化材料设计
新进展: 结构细节决定性能

近期, 中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室熊宇杰教授课题组与新加坡南洋理工大学David Lou的一项合作研究表明, 为实现高电催化性能, 并非需要在催化剂表面具有大面积的高指数晶面覆盖度。该工作为电催化材料设计提供了新的视角, 发表于国际重要化学期刊《德国应用化学》(Angew. Chem. Int. Ed. 2015, 54, 5666), 共同第一作者是我校化学系博士生马亮、理化科学实验中心高级工程师王成名和南洋理工大学博士后Bao Yu Xia。

在电催化体系中, 催化剂表面的高指数晶面覆盖度与电催化性能之间是否具有特定的关系尚未清楚。这一规律的阐明首先需要在材料合成上构造一系列具有可控高指数和基础晶面比例的纳米结构。针对该挑战, 熊宇杰课题组基于先前发展的具有{311}高指数晶面的铂多足分形结构(ACS Nano 2012, 6, 9797), 发展了一种镍离子欠电位沉积的合成路线, 实现了从多足分形结构表面的{311}高指数晶面向立方分形结构表面的{100}基础晶面的逐步演变。我校武晓君教授课题组进而通过理论模拟, 揭示了镍离子在铂纳米晶体结构转变过程中的表面能调控作用。基于该系列具有不同{100}晶面覆盖度的演变产物, 研究人员通过系统的电化学与电子显微学表征, 揭示了铂立方分形结构的平整表面有利于降低与电极的接触电阻, 而其交界处的少量{311}高指数晶面赋予其活性位点。二者协同作用使得该主要覆盖{100}晶面的立方分形结构展现出优异的氧还原活性, 优于具有更高{311}表面覆盖度的中间演变产物。这一“结构细节决定电催化性能”的发现将为未来电催化材料设计发展提供重要实验依据。

中国科大在高容错率量子密码研究中
取得重要进展

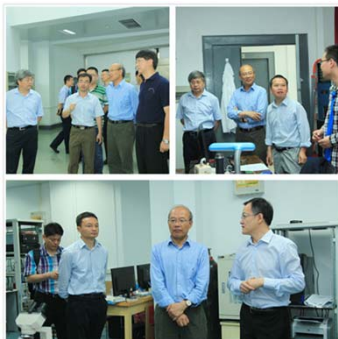
中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟、张强等和清华大学马雄峰合作在国际上首次实验演示了高容错率量子密钥分发, 他们在50公里的光纤链路上, 误码率达29%的条件下仍然获得了安全密钥, 相关结果近期发表在国际权威物理学期刊《物理评论快报》上[Phys. Rev. Lett. 114, 180502 (2015)]。

潘建伟、张强、马雄峰等提出了一种易于实验实现的高容错率量子密钥分发协议, 即被动循环差分相位量子密钥分发协议, 该协议容许误码率高达50%。在此基础上, 潘建伟小组利用自主研发的上转换探测器, 实验实现了50公里距离, 29%误码率条件下安全密钥分发。这套系统在大量背景噪声的安全通信里将有直接的应用。该工作被《物理评论快报》审稿人评论为“这是一个重要而具有影响力的结果(This is an important and impactful result)”和“吸引QKD领域的研究者以及量子光学和信息安全学术圈的广泛兴趣(will be of broad interest to researchers in the field of QKD as well as the larger quantum optics and security information community.)”。

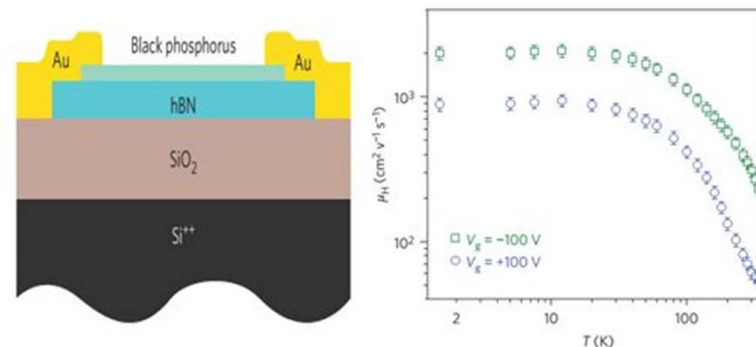


实验室简讯

◆中国科学院副院长王恩哥来微尺度实验室调研



5月19日, 中国科学院副院长王恩哥一行来我室调研, 并在理化大楼一楼科技展厅召开座谈会, 重点调研大科学装置建设。中科院条件保障与财务局副局长林明炯、人事局副局长董伟峰、我校副校长朱长飞等陪同调研。

中国科大在黑磷低维原子晶体中实现
高迁移率二维电子气

图示: (左) 基于薄层黑磷的高迁移率场效应管示意图, (右) 空穴(绿)和电子(蓝)霍尔迁移率随温度的变化关系。

中国科学院强耦合量子材料实验室、合肥微尺度物质科学国家实验室和物理学院陈仙辉教授课题组与复旦大学物理系张远波教授课题组合作, 继去年首次制备出二维黑磷场效应晶体管之后, 再次在薄层黑磷晶体研究中取得重要进展, 成功在这一体系中实现高迁移率($>1,000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$)二维电子气。这意味着黑磷已经成为在电子学领域有广泛应用前景的新型二维明星材料。相关研究成果以“Quantum oscillations in a two-dimensional electron gas in black phosphorus thin films”为题在线发表在5月18日的《自然·纳米科技》杂志上(DOI: 10.1038/nnano.2015.91)。

2014年5月, 陈仙辉教授课题组与复旦大学张远波教授等课题组合作, 成功制备出了基于纳米量级厚度的直接带隙元素半导体材料——黑磷的二维场效应晶体管(Nature Nanotech. 2014, 9, 372-377), 其漏电流调制幅度在 10^5 量级以上, I-V特征曲线展现出良好的电流饱和效应。这一工作引起国际学术界广泛关注, 《自然》杂志和《自然·纳米科技》杂志先后对其进行了亮点介绍(Nature 2014, 506, 19; Nature Nanotechnology 2014, 9, 330-331)。黑磷作为一种单一元素组成, 具有二维层状结构、可调控的直接带隙和较大各向异性的半导体材料, 以其众多特殊的电学和光学性能, 迅速成为低维材料领域的研究热点。

近期, 两个研究组在前一工作的基础上, 通过改进生长方法提高黑磷晶体质量以及应用薄层六方氮化硼(h-BN)作为衬底, 成功将薄层黑磷场效应晶体管中的载流子迁移率继续提升一个量级。目前在低温下电场诱导的空穴载流子和电子载流子的霍尔迁移率已经分别达到 $2,000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 和 $900 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$, 而空穴的场效应迁移率在低温下则高达 $3,900 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 。迁移率显著提升之后, 强磁场下电阻的量子振荡现象(舒布尼科夫-德哈斯振荡)首次在黑磷材料中被成功观测到。通过分析电子和空穴的回旋质量, 以及量子振荡周期与场诱导载流子密度和磁场矢量方向的关系, 证明黑磷场效应管中的高迁移率载流子系统具有明显的二维特征。相关理论计算则表明黑磷场效应管中的导电通道局限在距离黑磷和衬底的界面2nm以内的狭窄量子阱当中, 且绝大部分载流子的空间分布集中在距离界面两个原子层之内。实验与理论结果一致表明在薄层黑磷和h-BN衬底的界面附近存在由外加电场诱导产生的二维高迁移率电子气, 其最佳迁移率已经达到在电子学领域中可以应用的水平。这标志着薄层黑磷已经成为又一种能够用于制备高迁移率电子元件, 并拥有广泛应用前景的二维材料。