



研究进展

多铁性材料及原型器件研究新进展

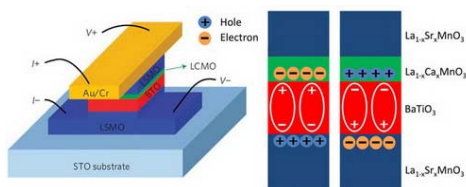
多铁性材料同时具有铁电、(反)铁磁等多种铁性有序, 由于其独特的磁电耦合效应, 在新型磁电传感、高性能信息存储等领域有广泛的应用前景。利用多重序量子材料中各种序的共存、竞争和耦合作用, 对材料的电磁学行为进行量子调控是一种不同于传统半导体微电子学的全新方案, 是后摩尔时代新型电子技术的发展方向之一。近日, 微尺度国家实验室李晓光教授研究组成员董思宁博士后研究员、殷月伟助理研究员在相关领域取得了重要进展。



在多铁性新材料探索方面, 董思宁博士与中国科学院物理所李建奇研究员研究组合作, 设计并合成出一种具有室温多铁性的 $\text{Bi}_{4.2}\text{K}_{0.8}\text{Fe}_2\text{O}_{9.6}$ 。

单晶纳米带新材料, 该材料同构于高温超导体材料 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$, 具有不同于过去已知多铁性材料的结构特点。该晶体在c轴方向上由结构上类似铁酸铋的钙铁矿层和绝缘性好的盐岩层交替排列而成, 所以具有天然的磁电-介电超晶格结构, 并在室温下表现出显著的磁电耦合效应。这种新型结构的多铁性纳米材料可能有助于构建微型磁电器件。相关研究结果以“Room temperature multiferroicity in $\text{Bi}_{4.2}\text{K}_{0.8}\text{Fe}_2\text{O}_{9.6}$ ”为题发表在自然出版集团《Scientific Reports》上[Sci. Rep. 3, 1245 (2013)]。

在多铁性原型器件研发方面, 殷月伟博士取得了突破性进展。与美国宾州州立大学的李奇教授研究组、纳布拉斯卡大学的E. Y. Tsybal教授研究组等合作, 设计并制备了基于多铁性界面磁电耦合的 $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3/\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3/\text{BaTiO}_3/\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ 隧道结, 通过改变 BaTiO_3 势垒层的铁电极化方向, 可以调控处于铁磁金属-反铁磁绝缘相界面处的 $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3$ 的空穴浓度, 使其发生金属-绝缘体转变, 从而显著调控铁电隧道结的隧穿参数, 使得隧穿电阻效应提高近两个数量级。同时, 该器件由于铁磁、铁电的共存而表现出四重阻态特征, 能够极大地提高非易失的存储密度。此工作可能有助于非硅基电子器件性能的增强和改善。该研究成果以“Enhanced Tunnelling Electroresistance Effect due to a Ferroelectrically Induced Phase Transition at a Magnetic Complex Oxide Interface”为题发表在《Nature Materials》杂志上[Nature Materials 12, 397 (2013)]。



实验室简讯

■ 谢毅教授获IUPAC化学化工杰出女性奖

日前, 国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)副董事Fabienne Meyers博士、IUPAC前会长Nicole Moreau教授及项目主席Carolyn Ribes博士来信通知提名及获奖者, 微尺度国家实验室谢毅教授获得2013年度IUPAC化学化工杰出女性奖(Distinguished Women in Chemistry/Chemical Engineering Award), 这是华人科学家首次获得这一奖项。

■ 实验室3人获第五十三批博士后科学基金面上资助

日前, 中国博士后科学基金会公布了中国博士后科学基金面上资助第五十三批获资助人员名单, 微尺度实验室陈飞、郭锐和王茜玮等3名博士后获得此项资助。

合作与交流

■ 常州市委书记阎立一行参观调研合肥微尺度国家实验室

4月8日, 常州市委书记、我校79级校友阎立一行在副校长朱长飞的陪同下参观调研微尺度国家实验室。阎立书记一行先后参观了量子物理与量子信息、单分子科学以及量子计算等实验室。一个小时的参观调研后, 阎立书记表示在这些科研队伍的支撑下, 未来常州市-中国科大产学研对接合作将会产生积极的效果和影响。

另外, 参观调研的代表团成员还有常州市委常委、市委秘书长蔡骏, 副市长王成斌等常州市各级领导以及常州市相关企业代表。

■ 澳洲Go8-C9 SLIC项目代表团参观访问合肥微尺度国家实验室

4月24日, 澳大利亚八校联盟Go8-C9 SLIC项目代表团的6位博士生抵达微尺度国家实验室, 先后参观了固体氧化物燃料电池实验室和单分子科学实验室, 并与实验室师生进行深入交流和讨论。

澳大利亚八校联盟(Group of Eight, 简称Go8)是八所澳大利亚一流大学的教育共同体常设机构。联盟内的八所成员大学均具有强大的学术研究实力, 同时注重全面综合的基础与专业教育。

简报

2013年第7期
(总第90期)

2013年5月

合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)办公室 编辑: 严青、陈立霞、杨淑红 0551-63600458 yanqing@ustc.edu.cn

实验室成功完成中科院量子科学卫星先导专项星地量子通信地基验证试验



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院士及其同事彭承志等, 与中科院上海技术物理研究所王建宇、光电技术研究所黄永梅等组成的协同创新团队, 在国际上首次成功实现了星地量子密钥分发的全方位的地面验证, 为未来实现基于星地量子通信的全球化量子网络奠定了坚实的技术基础。该研究成果于5月1日以长文形式发表在国际权威学术期刊《自然·光子学》杂志上(Nature Photonics 7, 387-393 (2013))。这是中科院量子科技先导专项继去年实验实现拓扑量子纠错和百公里自由空间量子态隐形传输与纠缠分发后取得的又一阶段性重要突破, 同时也是量子信息与量子科技前沿协同创新中心的最新重要成果。

量子密钥分发是最先有望实用化的量子信息技术, 其物理原理保证的无条件安全性使科学家们一直致力于全球化量子密钥分发的研究。要实现全球量子密钥分发网络, 人们需要突破距离的限制。目前, 由于光纤损耗和探测器的不完美性等因素的限制, 以光纤为信道的量子密钥分发的距离已基本到达极限。而由于地球曲率和远距可视等条件的限制, 地面间自由空间的量子密钥分发也很难实现更远的距离。

因此要实现更远距离的甚至是全球任意两点的量子密钥分发, 基于低轨道卫星的量子密钥分发成为最有潜力和可行性的方案。理论分析表明, 对于低轨卫星平台方案, 大气层的传输损耗、量子信道效率、背景噪音等问题都是需要克服的重要问题。尤其是低轨卫星和地面站始终处于高速相对运动之中, 如何在有角速度、角加速度、随机振动等情况下建立起高效稳定的量子信道, 保持信道效率以及降低量子密钥误码率, 是基于低轨道卫星平台实现量子密钥分发面临的关键性问题。

为了克服星地量子密钥分发的上述困难, 中科院协同创新团队在中国科大上海研究院、中科院上海技术物理研究所进行了多年的合作技术攻关, 自主研发了高速诱骗态量子密钥分发光源和轻便的收发整机, 自主发展了高精度的跟瞄、高精度同步和高衰减链路下的高信噪比及低误码率单光子探测等关键技术。在此基础上, 协同创新团队利用旋转平台来模拟低轨道卫星的角速度和角加速度, 利用热气球来模拟随机振动和卫星姿态, 利用百公里地面自由空间信道来模拟星地之间高衰减链路信道, 从而成功地验证了星地之间安全量子信道的可行性。

上述研究为我国通过发射量子科学实验卫星实现基于星地量子通信的全球化量子网络, 和在大尺度量子理论基础检验, 以及探索如何融合量子理论与爱因斯坦广义相对论奠定了必要的技术基础。由于量子密钥分发实用化应用基础研究的重要性, 同期的《自然·光子学》还分别报道了德国慕尼黑大学研究小组关于飞机与地面的量子密钥分发, 以及法国国家科研中心联合团队关于连续变量的远距离量子密钥分发的重要实验成果。