

成功实现不同颜色独立光子间的量子纠缠

合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟教授及同事包小辉、江晓等在国际上首次实现了不同颜色独立光子间的量子纠缠,解决了量子网络中如何在不同频率终端间进行纠缠连接这一难题。该工作于近日以编辑推荐论文(Editor's Suggestion)的形式发表在国际权威物理杂志《物理评论快报》上,美国物理学会《物理·观点》栏目(Physics: Viewpoint)也对该成果进行了专题报道。

目前双光子干涉是实现独立光子间量子纠缠的最主要方法。不过双光子干涉对入射光子有着非常严格的要求,即只有当两个光子具有同样的颜色(频率)时,才可以通过双光子干涉来产生量子纠缠。然而在量子网络中很多原因会导致不同终端发射的单光子具有不同的颜色,比如在量子点等人工物理体系中,每个量子点所处的环境因具有微小差别就会导致不同量子点的发光频率具有较大的差异。此外,即使原本频率一致的单光子也会由于平台(车载或机载终端等)的高速运动导致其频率发生移动。因此,如何在不同频率的独立光子间建立量子纠缠成为了可升级量子网络进一步发展所急需解决的关键问题之一。

潘建伟小组在此研究工作中首次提出可采用时间分辨测量与主动相位反馈相结合的方法来实现不同频率光子间的量子纠缠,并利用该小组近年来发展的窄带量子光源平台对此理论方案进行了实验演示。他们通过研究发现,入射光子间的频率差异会导致不同时间探测到的光子对具有不同的随机相位,进而导致两个单光子无法纠缠起来。为此,他们发展一套高精度的时间分辨探测系统及高速相位反馈系统。时间分辨探测系统主要用于实现对光子到达时间的精确测量,进而对随机相位涨落进行跟踪测量;高速相位反馈系统主要用于实现对纠缠光子态的内部随机相位进行反馈控制。

通过采取这些技术手段,潘建伟小组成功地实现了将频率相差为80MHz的两个独立光子纠缠起来,该频率差别超过了每个入射光子各自频率宽度的16倍之多。这一研究成果将在未来可升级量子网络中有重要应用,可用于解决不同量子点间、不同NV色心间、以及不同物理体系间等因具有不同的跃迁频率而难以进行纠缠连接的困难。



实验室简报

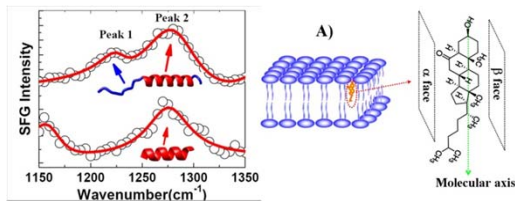
- ◆ 谢毅教授荣获安徽省五一巾帼标兵和安徽省五一劳动奖章
- ◆ 薛天教授获得“人类前沿科学计划”青年科学家项目资助

研究进展

界面物理化学的非线性光谱研究再获新进展

合肥微尺度物质科学国家实验室与化学物理系罗毅教授研究团队的叶树集副教授小组继2012年成功利用非线性和频光谱技术从分子水平上理解了生物膜上离子通道蛋白质通道开放与关闭机理后(J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 6237-6243, Times cited: 23),在界面蛋白质分子结构表征方面再获重要进展。该小组在国际上首次成功测出界面蛋白质的酰胺III谱带信号,解决了如何区分界面蛋白质 α -螺旋结构和无规卷曲结构这一界面表征难题,研究成果以题为“Accurate Determination of Interfacial Protein Secondary Structure by Combining Interfacial-Sensitive Amide I and Amide III Spectral Signals”发表于国际著名期刊J. Am. Chem. Soc. (2014, 136(4), 1206-1209)上。

如何精确表征蛋白质,特别是界面蛋白质的分子结构是理解蛋白质结构演变的关键,是国内外学者共同面临的一个非常重要难题。针对该难题,该小组发展了界面光谱多谱带协同表征方法,首次利用和频光谱技术成功测出了常规手段无法测量的界面蛋白质酰胺III信号。将酰胺I和酰胺III信号结合起来,解决了如何区分界面蛋白质 α -螺旋与无规卷曲结构这一界面蛋白质多年的难题。审稿人给予了该工作极高的评价,其中一审稿人认为该工作解决了蛋白质表征上的缺口,提供了新的光谱窗口“The authors are attempting to address a measurement gap in the structural characterization of proteins, ..., this new spectral window may help address that cannot currently be tackled using existing alternative methods.”。另一审稿人说该工作是一个重要突破“The successful detection of low frequency SFG signals is an important breakthrough”。此外,在手性分子理论以及非线性光谱理论的启发下,该研究组成功发展了免标记的手性与非手性界面光谱表征技术,原位、实时地表征了胆固醇分子在生物膜上的组装与运输行为。该成果发表于J. Phys. Chem. Lett. (2014, 5, 419-424)。该技术将为胆固醇在真实细胞环境下的组装与动力学行为研究提供了分子水平上的表征技术与研究思想指导。



二维类石墨烯稀场效应晶体管研究取得重要进展

近日,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在二维类石墨烯稀场效应晶体管研究中取得重要进展。该课题组与复旦大学张远波教授、封东来教授和吴骅教授课题组通力合作,成功制备出具有几个纳米厚度的二维黑磷场效应晶体管。该研究成果以“Black phosphorus field-effect transistors”为题3月2日在线发表在《自然·纳米科技》杂志上。

单层原子厚度的石墨烯的发现标志着二维晶体作为一类可能影响人类未来电子技术的材料已经出现在世人面前。然而二维石墨烯的电子结构中不具备能隙,从而在电子学应用中不能实现电流的“开”和“关”,这就弱化了其取代计算机电路中半导体开关的用途。科学家们开始探索替换材料,希望可以克服石墨烯的缺陷,并提出了几种可能的替换材料,如silicene(单层硅)、germanene(单层锗),但是这些材料在空气中都不稳定,不利于实际应用。进一步探索和表征具有新型功能且可实际应用的二维材料具有非常大的价值和挑战性。

针对上述挑战,陈仙辉教授课题组与复旦大学张远波教授课题组合作,成功制备出了基于具有能隙的二维黑磷单晶(phosphorene)的场效应晶体管。相对于其它的二维晶体材料,二维黑磷单晶材料更加稳定,但是其单晶在常压下不容易生长。近年来,在学校的大力支持下,陈仙辉教授课题组引进了高温高压合成设备。该课题组博士生叶国俊利用相关装置在高温高压的极端条件下成功生长出高质量的黑磷单晶材料,为实现二维黑磷单晶材料铺平了道路。随后,陈仙辉教授课题组与复旦大学张远波教授课题组合作,利用胶带进行机械剥离的方法从块状单晶中剥出薄片到具有一层热生长的二氧化硅的退化掺杂的硅晶片上,并在此基础上制备出场效应晶体管。当二维黑磷材料厚度小于7.5nm时,其在室温下可以得到可靠的晶体管性能,其漏电流调制幅度在105量级上,I-V特征曲线展现出良好的电流饱和效应。晶体管的电荷载流子迁移率还呈现出厚度依赖性,当二维黑磷材料厚度在10nm时,获得了最高的迁移率 $\sim 1,000\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 。这些性能表明,二维黑磷场效应晶体管具有极高的应用潜力。另外,基于二维黑磷材料的晶体管同时还具有红外范围的直接带隙,这使得黑磷成为将来纳米电子和光电应用中的一个候选者。

相关工作得到国际学术界广泛关注,《自然》杂志发表了题为“Phosphorene excites materials scientists”的评论文章,对包括本工作在内的两篇二维黑磷场效应晶体管工作进行了亮点介绍。

陈宇翱教授获凤凰卫视“影响世界华人大奖”

3月29日晚,由凤凰卫视联合两岸三地富有影响力的十余家华文媒体和机构共同主办的“世界因你而美丽——影响世界华人盛典2013-2014”颁奖典礼在北京大学百周年纪念讲堂举行。合肥微尺度物质科学国家实验室陈宇翱教授荣获本年度“影响世界华人大奖”。中国科学院院长白春礼作为颁奖嘉宾,为陈宇翱颁奖。

迄今为止,陈宇翱仅在Nature (4篇)、Nature Physics (6篇)、Nature Photonics (5篇)、PNAS (1篇)、Physical Review Letters (24篇)五个国际重要学术刊物上发表论文40篇,其中第一作者和通信作者论文17篇,共被SCI他引2200余次。其研究成果得到国内外学术界高度评价,一次入选Nature年度十大科技亮点,两次入选欧洲物理学会“年度物理学亮点”,两次入选美国物理学会“年度物理学重大事件”,五次入选两院院士评选的“中国十大科技进展新闻”。2013年5月,陈宇翱获得欧洲物理学会菲涅尔奖;2014年1月,当选由中国科学报社、中国科学技术协会、人民网等主办的2013年“中国科学年度新闻人物”。

