



中国科大在少层黑磷的化学功能化及稳定性研究方面取得新进展

近日,中国科学技术大学杨上峰教授、杨金龙教授、季恒星教授等课题组合作,在少层黑磷的化学功能化及稳定性研究方面取得新进展。他们通过叠氮化合物与少层黑磷纳米片反应,成功实现了五配位共价功能化少层黑磷纳米片,显著提高了其在水中的稳定性,效果优于文献中报道的其他化学功能化方法。相关研究成果于12月10日在线发表在国际著名学术期刊《德国应用化学》上(Angew. Chem. Int. Ed. 2018,10.1002/anie.201813218)。

少层黑磷作为一种新型二维材料,具有带隙随层数可调、载流子迁移率高的特点,在能量转换和存储、催化、生物医药等领域有着重要的应用前景。但是,由于第五主族的磷原子上存在孤对电子,导致少层黑磷纳米片(BPNSs)很容易被氧化降解,其在空气及水环境中稳定性差的问题严重制约了黑磷的应用。因此如何提高黑磷的稳定性是当前黑磷材料研究急需解决的问题。

研究人员通过将BPNSs与叠氮化合物反应,成功地在黑磷上加成了P=N双键,获得了氮杂苯甲酸修饰的黑磷纳米片(f-BPNSs)。有趣的是,通过跟踪该反应进程,他们发现开始反应阶段形成了两种产物(分别为加成了P=N双键和P-N单键的产物),随着反应的进行,P-N单键的加成产物逐渐向P=N双键的加成产物转化,最终产物为P=N双键的加成产物。随后,他们利用紫外-可见光谱跟踪了f-BPNSs以及原始的BPNSs在水中(无脱氧条件下)放置21天的衰减情况,发现f-BPNSs在水中的稳定性提高了约12倍,而且比文献中报道的重氮盐功能化的钝化效果也提高了约4.7倍。其原因在于在磷原子上加成了P=N双键后,磷原子为五配位的配位饱和态,孤对电子得以完全成键,因此钝化效果优于文献中报道的基于四配位磷原子的重氮盐功能化方法。该结果证实了通过五配位共价功能化的策略可以实现更好的稳定BPNSs的效果,加深了对黑磷的化学性质的认识,为黑磷的实际应用奠定了基础。

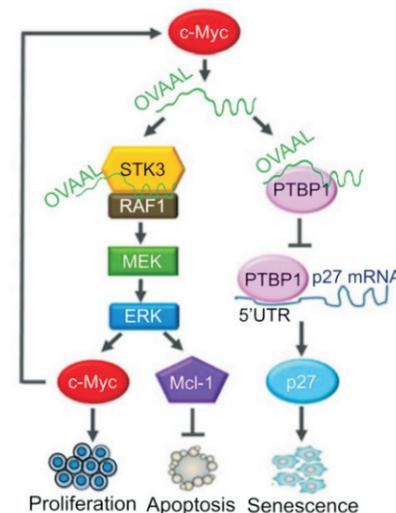
合肥微尺度物质科学国家研究中心博士生刘亚娟为该论文的第一作者,杨上峰教授、杨金龙教授、季恒星教授为共同通讯作者。该项研究得到了科技部、国家自然科学基金委和量子信息与量子科技前沿协同创新中心的资助。

在长非编码RNA调控肿瘤耐药研究中取得新成果

11月26日,中国科学技术大学生命科学与医学部、中科院天然免疫与慢性疾病重点实验室和合肥微尺度物质科学国家研究中心吴緬教授课题组与澳大利亚纽卡斯尔大学金雷研究员合作,在国际著名学术期刊美国科学院院刊PNAS上在线发表题为“Dual functions for OVAAL in initiation of RAF/MEK/ERK pro-survival signals and evasion of p27-mediated cellular senescence”的研究论文。

癌症的发病率在世界范围内逐年递增,世界卫生组织的调查显示,近六分之一的死亡是由癌症所造成。在我国,癌症的死亡率已经超过心血管疾病,成为全民健康的一大威胁。由于癌细胞具有高转移和耐药性等特点,导致对于癌症的治疗仍然缺乏有效的手段。长非编码RNA(long noncoding RNA)作为生命科学领域研究的热点分子,其在调节细胞代谢、衰老及凋亡等生物学功能中发挥了重要作用。但是,关于lncRNA介导肿瘤耐药方面的研究鲜有报道。

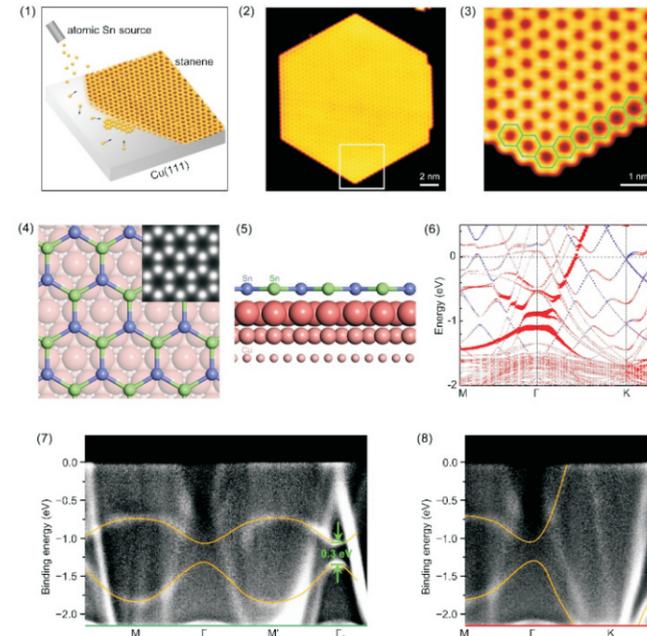
吴緬教授课题组发现,在肿瘤组织中高表达的lncRNA OVAAL在肿瘤细胞产生耐药的过程中发挥了重要功能。一方面,OVAAL与STK3及Raf-1形成三元复合物,以此激活ERK通路,从而促进了c-Myc介导的细胞增殖和Mcl-1介导的抗凋亡的功能。另一方面,OVAAL通过与p27 mRNA竞争性地结合PTBP1,抑制了p27的表达,从而规避了肿瘤细胞的衰老。人为干预使OVAAL表达降低,会使肿瘤细胞对于多种抗肿瘤药物的耐药性降低,小鼠移植瘤的生长被抑制,并且会促进肿瘤细胞衰老。这就提示OVAAL具有促癌效应,有可能克服癌症耐药性一个潜在靶位。



OVAAL功能示意图

中国科大吴緬教授和澳大利亚纽卡斯尔大学金雷教授是本文的共同通讯作者,吴緬教授研究组的博士研究生桑奔和纽卡斯尔大学的张媛媛为论文的共同第一作者。该研究得到了基金委、科技部和中科院的基金资助。

二维锡烯拓扑材料研究取得重要进展



纯平蜂窝结构锡烯的制备和原子尺度形貌图(1-3)、结构模型(4-5)、理论计算(6)和实验观测到的电子能带结构(7-8)

近日,中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心王兵教授和赵爱迪副教授研究团队与清华大学徐勇助理教授、段文晖教授以及美国斯坦福大学张首晟教授合作,成功制备出具有纯平蜂窝结构的单层锡烯,并结合第一性原理计算证实了其存在拓扑能带反转及拓扑边界态。相关研究成果11月5日在线发表在《Nature Materials》杂志上(<https://doi.org/10.1038/s41563-018-0203-5>)。

类石墨烯结构的IV族元素二维晶体材料及其物性研究,是当前凝聚态物理学和材料科学领域的重要焦点。其中,基于元素锡(Sn)的二维类石墨烯晶体锡烯(Stanene)因其具有很强的电子自旋-轨道耦合,被认为是继石墨烯后又一种具有优越物理性质的新型量子材料。2013年前后理论物理学家们预言,锡烯中由于pxy轨道具有远强于pz轨道的自旋轨道耦合效应,因此s-p轨道的能带反转可以在布里渊区中心打开数百毫电子伏的巨大能隙;更巧妙的是,由于pxy轨道是平面内的,所以其拓扑性更为鲁棒,不易受到衬底和吸附物的影响和破坏。因此,锡烯是一种理想的大能隙二维拓扑绝缘体,有望实现室温量子自旋霍尔效应,在拓扑电子学器件应用方面具有重要的意义。

经过近三年反复摸索,中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心的王兵教授和赵爱迪副教授带领的实验研究团队与清华大学徐勇助理教授、段文晖教授以及美国斯坦福大学张首晟教授合作,利用低温分子束外延技术成功制备出了具有拉伸晶格结构的单层锡烯。该研究工作首次发现单层锡烯可以表现出与石墨烯完全一致的平面蜂窝状结构,其单胞中AB位原子无高度差,形成理想的纯平六角蜂窝晶格,为碳基石墨烯家族添加了锡基成员。实验中观测到纯平锡烯的化学惰性以及缺陷结构,也证实了其具有与碳基石墨烯具有诸多相似性,有望为平面蜂窝结构的材料提供新的研究平台。更为重要的是,由于衬底的外延作用,这一纯平锡烯的晶格常数高达0.51纳米,故存在因晶格拉伸导致的s-p轨道拓扑能带反转,即具有拓扑特性。超高真空扫描隧道显微学以及角分辨光电子能谱学结果与第一性原理计算的能态结构一致,充分证实了其由于自旋-轨道耦合和拓扑能带反转所导致的拓扑能隙以及拓扑边界电子态。其中,角分辨光电子能谱结果表明,锡烯由于自旋轨道耦合打开的拓扑能隙约0.3电子伏特,远超室温热涨落能量,使其具备应用于近室温的拓扑量子器件的潜质。进一步的理论计算还预言了在纯平蜂窝结构的锗烯和铅烯中也存在类似的拓扑特性,从而构成了一类新型的二维拓扑量子材料家族。

具有拓扑能带反转和大拓扑能隙的纯平锡烯的实验实现,为类石墨烯的拓扑物性研究开辟了一条新的研究路线,将对二维量子材料的研究和应用开发起到重要推动作用。后续拟开展的研究工作将通过优化衬底和增加栅极以隔绝衬底电子相互作用并实现拓扑能隙的调控,为最终制备可实用的室温拓扑器件提供研究基础。

中国科大博士生邓家良、清华大学博士生夏炳煜以及中国科大博士生马晓川为论文的共同第一作者。此项研究得到了科技部、教育部、中组部、国家自然科学基金委、中国科学技术大学、清华大学等机构的大力支持。