附件4-1：

**推荐高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖项目公示**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 二维光电材料的等离子体表面改性 |
| 提名单位（专家） | 东南大学 |
| 主要完成人 | 倪振华，肖少庆，金传洪，南海燕，吴章婷，王文辉，顾晓峰 |
| 主要完成单位 | 东南大学，江南大学，浙江大学 |
| 项目简介：  随着移动互联网的快速发展和大数据时代的到来，人们对高速、低功耗以及超大规模阵列集成的光电子器件的需求越来越迫切。二维层状材料由于其超薄的原子级平面结构、超高的载流子迁移率、宽光谱响应范围、较强的光与物质相互作用以及与硅工艺的高度兼容性等特点，被认为是构建新型、高性能光电子器件的理想材料。本项目围绕层数与缺陷这两个影响二维光电材料性能的关键因素开展了系统、深入的研究工作，取得了如下科学发现点：  **1、开发了非平行板式温和等离子体技术，实现了二维层状材料的无损、精准、快速、均匀的层数控制。**等离子体技术被广泛应用于材料的表面刻蚀和改性，但常规的等离子体处理技术对材料表面轰击严重，并不适用于只有原子级厚度的二维材料。本项目创新性地开发了非平行板式温和等离子体处理技术，其电场方向与材料表面平行，等离子体密度极低。利用该技术实现了二硫化钼、黑磷等多种二维材料的精确、无损减薄，该方法具有普适性且可规模化。  **2、通过等离子体缺陷调控实现二维材料发光效率的显著提升和波长的可控选择。**二维光电材料的发光量子效率远低于理论预期，同时发光波长仅局限于材料的带隙，不利于调控。项目组通过低温荧光光谱研究，从实验上证实了结构缺陷是导致二维层状过渡金属硫属化合物发光弱的根本原因。并借助温和等离子体技术对二维材料中的缺陷进行精准调控，实现发光量子效率近百倍的稳定提升。此外，该技术也可有效控制缺陷能级的深浅，利用激子在缺陷能级处的辐射复合实现发光波长的可控选择。  **3、通过等离子体缺陷钝化实现载流子迁移率的大幅提升。**二维材料中的缺陷作为载流子的散射和束缚中心显著影响了器件的性能，如载流子迁移率等。项目组借助束缚态激子发光峰的饱和强度对二维材料中的缺陷浓度进行了量化，建立缺陷-光学特性-器件性能的全映射关系。利用温和等离子体技术实现了二维材料中缺陷的钝化，并结合无损电极转移技术构筑了高迁移率二硒化钨场效应晶体管，实现了高达200 cm2V-1s-1的室温载流子迁移率。  该项目基于自行开发的温和等离子体技术在二维材料层数和缺陷的精准调控方面取得了多项创新性研究成果。5篇代表性论文总计被他引 925次，其中利用等离子体实现二维材料层数调控的工作（代表性论文1）以及利用等离子体缺陷调控实现发光效率提升的工作（代表性论文2）均入选ESI高被引论文。 | |
| 代表性论文专著目录：   1. Plasma-assisted fabrication of monolayer phosphorene and its Raman characterization/ **Nano Research/**Wanglin Lu, Haiyan Nan, Jinhua Hong, Yuming Chen, Chen Zhu, Zheng Liang, Xiangyang Ma,Zhenhua Ni, Chuanhong Jin, and Ze Zhang/2014年7卷853页. 2. Strong photoluminescence enhancement of MoS2 through defect engineering and oxygen bonding/**ACS Nano/**Haiyan Nan, ZiluWang, WenhuiWang, Zheng Liang, Yan Lu, Qian Chen, Daowei He, Pingheng Tan,Feng Miao, Xinran Wang, Jinlan Wang, and Zhenhua Ni/2014年8卷5738页. 3. Atomic-layer soft plasma etching of MoS2/**Scientific Reports**/Shaoqing Xiao, Peng Xiao, Xuecheng Zhang, Dawei Yan, Xiaofeng Gu, Fang Qin, Zhenhua Ni, Zhao Jun Han and Kostya (Ken) Ostrikov/2016年6卷19945页. 4. Defects as a factor limiting carrier mobility in WSe2: a spectroscopic investigation/**Nano Research**/Zhangting Wu , zhongzhong Luo, Yuting Shen, Weiwei Zhao, Wenhui Wang, Haiyan Nan, Xitao Guo,Litao Sun, Xinran Wang, Yumeng You, and Zhenhua Ni/2016年9卷3622页. 5. Improving the electrical performance of MoS2 by mild oxygen plasma treatment/**Journal of Physics D-Applied Physics/**Haiyan Nan, Zhangting Wu, Jie Jiang, Amina Zafar, Yumeng You，and Zhenhua Ni/2017年50卷154001页. | |
| 主要完成人情况：   1. 倪振华，排名1，教授，工作单位：东南大学，完成单位：东南大学，是该项目主要负责人，对发现点1、2、3均有重要贡献，是5篇代表性论文的通讯作者。作为项目第一完成人，领导团队开展了基于等离子体技术的二维材料表面改性研究，对该项目的组织和实施有突出贡献。发展了基于等离子体的二维材料逐层、无损精确剥离技术，并通过等离子体表面改性提升二维光电材料的光发射效率以及载流子迁移率。 2. 肖少庆，排名2，教授，工作单位：江南大学，完成单位：江南大学，对该项目发现点1中温和等离子体技术开发做出了主要贡献，设计开发的非平行板式电容耦合等离子体密度超低且电场方向与材料表面平行，有效避免了等离子体对二维材料的结构损伤，并对二硫化钼、二硒化钼等二维材料的减薄做了系统研究，实现无损、精准、快速、均匀的层数控制，是代表性论文3的第一作者兼共同通讯作者。 3. 金传洪，排名3，教授，工作单位：浙江大学，完成单位：浙江大学，对该项目发现点1中层数调控做出了主要贡献，利用温和等离子体技术开展了二维材料黑磷的逐层、大面积减薄工作，获得了稳定的单层黑磷样品，并基于等离子体减薄技术开展了不同层数黑磷的光谱学研究，对应代表性论文1，为论文共同通讯作者。 4. 南海燕，排名4，讲师，工作单位：江南大学，完成单位：东南大学，对该项目发现点1中二维材料的逐层减薄和光谱分析做出了主要贡献，对应代表性论文1，为论文共同第一作者。对科学发现点2中的缺陷调控及发光效率的提升做出了主要贡献，利用温和等离子体改性二维材料，实现缺陷浓度的降低和发光效率的提升，对应代表性论文2，为论文第一作者。对科学发现点3中的缺陷钝化提升器件迁移率做出了主要贡献，利用氧等离子体修复二维材料中的空位缺陷，对应代表性论文5，为论文第一作者。 5. 吴章婷，排名5，副研究员，工作单位：杭州电子科技大学，完成单位：东南大学，对该项目发现点2中二维材料中缺陷的光谱分析及缺陷调控发光波长做出了主要贡献，对应代表性论文4，为论文第一作者。对科学发现点3中的量化缺陷浓度和提升迁移率做出了贡献，对应代表性论文5，为论文合作作者。 6. 王文辉，排名6，博士后，工作单位：东南大学，完成单位：东南大学，对该项目发现点2中二维材料的等离子体缺陷调控做出了贡献，分析不同等离子体类型和参数对二维材料性能的影响，对应代表性论文2，为论文合作作者。对科学发现点3中二维材料器件性能的提升做出了贡献，负责器件的制备以及电学性能的测量和分析，对应代表性论文4，为论文合作作者。 7. 顾晓峰，排名7，教授，工作单位：江南大学，完成单位：江南大学，对该项目发现点1的的温和等离子体技术的开发做出了贡献，参与开发了非平行板式电容耦合温和等离子体技术，并对过渡金属硫族化合物等二维层状材料的减薄工作做出了贡献，对应代表性论文3，为论文合作作者。 | |