

项目名称：共掺杂低维半导体材料的磁性、带隙和输运研究

主要完成单位：山西师范大学

主要完成人：许小红 齐世飞 全志勇 王芳 江凤仙 范九萍

获奖奖种及等级：山西省科学技术奖(自然科学类)二等奖

项目简介：本项目属于磁性物理学与半导体材料的交叉领域——半导体自旋电子学领域。本项目主要研究内容集中在利用精确 n-p 共掺杂来调控低维半导体材料的磁性、带隙和输运性质。提出了采用非补偿 n-p 共掺杂的方法制备磁性和输运性质可调、居里温度高于室温的均相 In_2O_3 和 ZnO 等稀磁半导体薄膜，为实现本征氧化物稀磁半导体提供了一种新方法，并结合理论计算提出了载流子诱导束缚磁极子产生长程铁磁有序的磁性机制新模型；首次通过化学共掺方法实现了 TiO_2 纳米材料带隙和带边的共同调控；提出了利用稀磁半导体自旋过滤效应来提高 Co/ZnO 界面自旋注入效率的新思路，并设计了简单的室温磁电阻效应器件单元；提出了利用补偿性 n-p 共掺和 $\pi-\pi$ 相互作用结合在保留石墨烯特殊物理性质的基础上实现铁磁性石墨烯。本项目研究为加快稀磁半导体在自旋电子学器件中的应用奠定一定的基础。本项目所提供的 20 篇核心论文在 SCI 中总引用数为 249 次，

其中他人引用数达 187 次。项目完成过程中，第一完成人获得国家杰出青年科学基金资助，入选百千万人才工程国家级人选和山西省首批“三晋学者”特聘教授。

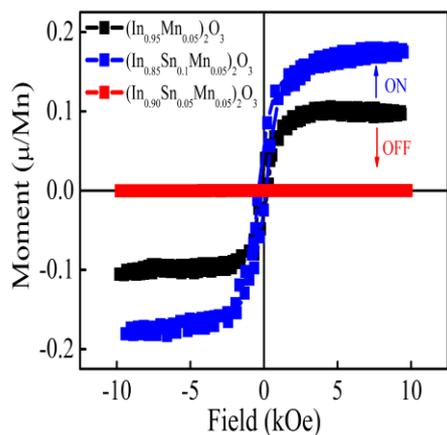


图 1 Mn-Sn 共掺 In₂O₃ 薄膜的磁滞回线

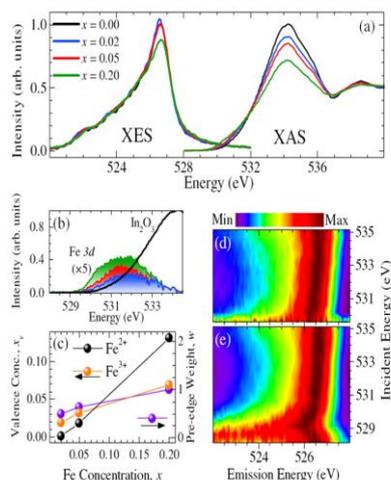


图 2 Fe 掺杂 In₂O₃ 薄膜的 X 射线吸收谱图

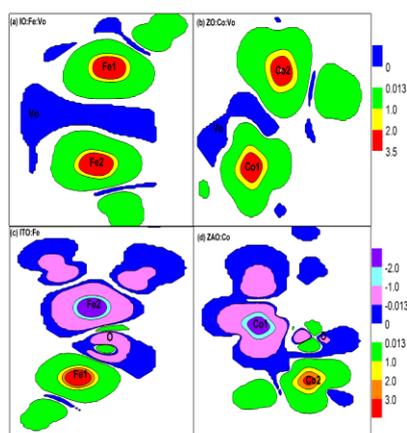


图 3 载流子诱导束缚磁极子模型图

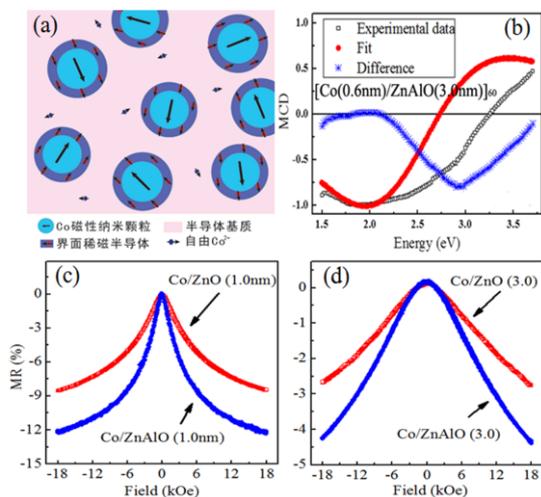


图 4 Co-ZnO 复合薄膜结构示意图以及磁圆二色谱图和磁电阻曲线图