

2024 年度江西省自然科学奖提名项目公示

1. **项目名称:** 氮化镓表面区域中杂质和缺陷形成、离化及扩散的物理行为研究
2. **提名者:** 江西省教育厅
3. **提名等级:** 一等奖
4. **提名者意见:** 本项目属于半导体物理领域。项目组围绕异质外延生长 GaN 薄膜材料表面区域中所产生的缺陷和杂质影响光电性能等关键科学问题,展开了一系列原创探索性、开拓性的基础研究。建立缺陷和杂质与表面势物理行为关系,厘清缺陷工程和掺杂策略及表面修饰调控光电和磁性性能物理机制,为实验上实现高质量 GaN 基材料提供重要理论支持和指导。通过认真审阅提名材料,确认提名材料真实有效,完成人排序无异议,相关栏目符合填写要求,推荐申请江西省科学技术奖励自然科学奖,提名该项目为 2024 年度江西省自然科学奖一等奖。
5. **项目简介:**

本项目属于半导体物理领域。第三代半导体材料氮化镓 GaN 是半导体照明技术的核心,项目组围绕异质外延生长 GaN 薄膜材料表面区域中所产生的缺陷和杂质影响光电性能等关键科学问题,展开了一系列原创探索性、开拓性的基础研究。项目成果建立缺陷和杂质与表面势物理行为关系,厘清缺陷工程和掺杂策略及表面修饰调控光电和磁性性能物理机制,为实验上实现高质量 GaN 基材料提供重要理论支持和指导。该项目主要发现点和创新性成果如下:

- 1、揭示了氮化物薄膜材料异质外延生长中表面区域的缺陷形成和机理及影响电学性质的物理本质,从微观角度构建表面势场与表面缺陷物理行为关系,为设计与制备高质量 GaN 材料提供重要理论基础与技术支撑。
- 2、基于缺陷和掺杂或应变工程对低维半导体薄膜材料光电和铁磁性能的调控行为,从微观尺度澄清了 GaN 单层磁矩和磁耦合物理机制,创新性提出了一种设计和制备二维稀磁半导体 DMS 基 GaN 单层材料的可行方案。
- 3、基于表面修饰与功能化不破坏原有二维骨架结构进行光电和磁性能调制,结合微观结构演变过程实现了半氢化修饰二维 GaN 单层光电性能优化的新型光电子材料。

本项目成果发表在 *J. Appl. Phys.*、*Vacuum*、*Appl. Surf. Sci.*、*Phys. Chem. Chem. Phys.*、*Nanoscale* 等期刊上。被国内外学者在 *J. Am. Chem. Soc.*、*Mater. Today Nano.*、*Surf. Sci. Rep.*、*Rep. Prog. Phys.*、*Adv. Mater.* 等国际期刊上正面引用和评价。项目获得国家自然科学基金、江西省自然科学基金重点项目等资助。项目成果不仅为实现高质量 GaN 基半导体光电材料提供了新思路 and 重要理论依据,对于深化 GaN 基 LED 器件研究和物理机制认知,促进 GaN 基 LED 器件实际应用

具有重要的科学意义和应用价值。

6. 代表作论文目录:

序号	论文(专著)名称/刊名	作者(按发表顺序)	年卷页码 (××年×× 卷××页)	发表时间 (年月日)	第一署名 单位是否 在赣单位
1	Behavior of aluminum adsorption and incorporation at GaN(0001) surface: First-principles study / Journal of Applied Physics	秦真真, 熊志华, 秦光照, 万齐欣	2013,114: 194307	2013年 11月21日	是
2	Energetics and magnetism of Co-doped GaN(0001) surfaces: A first-principles study /Journal of Applied Physics	秦真真, 熊志华, 秦光照, 陈兰丽	2014,116: 224503	2014年 12月10日	是
3	Design of a new two-dimensional diluted magnetic semiconductor: Mn-doped GaN monolayer/Applied surface science	赵倩, 熊志华, 罗兰, 孙振辉, 秦真真, 陈兰丽, 吴宁	2016,396: 480-483	2016年 10月29日	是
4	Tuning magnetism of monolayer GaN by vacancy and nonmagnetic chemical doping /Journal of Physics and Chemistry of Solids	赵倩, 熊志华, 秦真真, 陈兰丽, 吴宁, 李星星	2016,91:1-6	2015年 12月9日	是
5	Tuning the electronic and optical properties of two-dimensional gallium nitride by chemical functionalization /Vacuum	杜坤, 熊志华, 敖蕾, 陈兰丽	2021,185: 110008	2020年 12月23日	是

7、完成人员简介

排名	姓名	性别	出生年月	职称/职务	文化程度	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	熊志华	男	1974.05	正高	博士	江西理工大学	江西科技师范大学	全面负责项目和研究成果的总结等各方面工作。是代表性论文 1、2、3、4 的独立通讯作者，是代表性论文 5 的共同通讯作者。
2	秦真真	女	1991.11	副高	博士	郑州大学	江西科技师范大学	参与项目具体研究方案的设计、研究成果的总结，是代表性论文 1、2 的独立第一作者，是代表性论文 3、4 的第五和第三作者
3	赵倩	女	1988.10	中级	博士	常州大学	江西科技师范大学	参与项目具体研究方案的设计、研究方向的确定、实验数据的收集及分析。是代表性论文 3、4 的独立第一作者
4	陈兰丽	女	1984.02	副高	博士	湖北理工学院	江西科技师范大学	参与项目具体研究方案的设计、实验数据的收集及分析。是代表性论文 2、4 的第四作者，是代表性论文 5 的共同通讯作者
5	吴宁	女	1992.12	中级	博士	北京纳米能源与系统研究所	江西科技师范大学	参与项目具体研究方案的设计、研究方向的确定、实验数据的收集及分析。是代表性论文 4 的第五作者。

8、完成单位简介

排名	单位名称	对本项目贡献
1	江西科技师范大学	为本项目研究成果提供了科研平台、技术和经费支持以及人员团队等条件，支撑项目完成人展开了一系列原创探索性、开拓性的基础研究，并取得了重要研究成果。