

自然科学奖公示内容

一、 项目名称：GaN 纳米结构物性调控及应用研究

二、 提名者及提名意见（包含提名等级）：

陕西省教育厅（自然科学二等奖）

该项目以第三代半导体 GaN 材料为基础，主要针对各种 GaN 纳米结构的可控制备，系统研究它们的光电及场发射特性，提出了通过改变几何结构、掺杂、吸附、包覆等手段调控 GaN 纳米结构的光电和场发射特性。课题承担者在 *Applied Physics Letters* 等期刊发表 SCI 检索论文 100 余篇，项目获得发明专利授权 5 项，引起了同行的重视。GaN 光电性质调控技术已进行推广，目前已在陕西云广电子科技有限公司试点应用，应用效果良好。代表作被众多著名学者在 *Chemical Reviews*、等期刊引用并积极评价。

提名该项目为陕西省自然科学奖二等奖。

三、 项目简介：

本项目属于电子信息、物理学两个科学技术领域，涉及 GaN 纳米结构光电性质调控及场发射阴极研究。

本项目在国家自然科学基金、陕西省自然科学基金、西安市科技计划等项目的资助下完成。

以第三代半导体 GaN 材料为基础，主要针对各种 GaN 纳米结构的可控制备，系统研究它们的光电及场发射特性，提出了通过改变几何结构、掺杂、吸附、包覆等手段调控 GaN 纳米结构的光电和场发射特性。主要研究内容如下：

①可控制备了层状、铅笔形、针尖状、笋形、绳形、螺旋形及三维分支结构的Ga₂N纳米线，并系统研究了它们的光电和场发射特性，发现它们因具有特殊的结构和较大的场增强因子而具有优异的光电和场发射特性。

②构建了多种掺杂Ga₂N纳米线的模型，从理论上研究了Se、P、Te、Ge、Sb、Sn等元素掺杂对Ga₂N纳米线光电特性和场发射特性的调控机制；通过实验可控制备了Se、P、Te、Ge、Sb、Sn等元素掺杂的Ga₂N纳米线，并对其光学性质和场发射特性进行系统研究，验证了理论研究结果。

③可控制备了二维 Ga₂N 纳米片，研究发现 Ga₂N 纳米片在紫外-可见光范围内表现出强烈的吸收峰，表明其对该波段的光具有良好的吸收性能，适合用于光电器件和光电子器件。

④通过理论研究二维 Ga₂N/过渡金属硫属化合物异质结的电子结构及光电特性，阐明其用于光催化水分解的机制。

⑤提出了一种利用缺陷型二维 Ga₂N 材料进行有毒气体探测的方法，阐明了缺陷型二维 Ga₂N 提高有毒气体探测性能的传感机理。

Ga₂N作为宽禁带半导体材料的典型代表，具有优异的力学强度、良好的化学与物理稳定性、高热导率、高熔点以及高电子饱和漂移速度等优点；通过改变其几何结构、进行掺杂、吸附及包覆处理，可有效调控Ga₂N材料的光电特性。

课题承担者在Applied Physics Letters、Applied Surface Science、Materials & Design、Journal of Alloys and Compounds、Ceramics

International等期刊发表SCI检索论文100余篇，项目获得发明专利授权5项，引起了同行的重视。GaN光电性质调控技术已进行推广，目前已在陕西云广电子科技有限公司试点应用，应用效果良好。代表作被众多著名学者在Chemical Reviews、Materials Science & Engineering R-Reports、Journal of Materials Chemistry A、Journal of Materials Chemistry C、Crstal Growth & Design、Journal of Physical Chemistry C、Physical Chemistry Chemical Physics、Materials & Design、Applied Surface Science、International Journal of Energy Research、Nanotechnology、Ceramics International、Scientific Reports、Journal of Materials Science、Journal of Applied Physics、Chinese Physics B、物理学报等期刊引用并积极评价。

四、 客观评价：

南京理工大学 Xingyue Zhang 等人在 Theoretical study on 2D photoelectric emission of GaN nanorod array and nanocone array photocathode一文中引用到：崔真发现化学气相沉积法制备的竹节状 GaN 纳米线的主发光峰为3.41eV。

土耳其穆什阿尔帕斯兰大学 Asim Mantarci 等人在 Physical properties of RF magnetron sputtered GaN/n-Si thin film: impacts of RF power一文中引用到：崔真等人研究了竹笋状 GaN 纳米线的性能。他们发现，竹笋状氮化镓纳米线的主要发光峰在364 nm（3.41eV）。

西北大学 Zhiyong Zhang 等人在 Uniform ZnO nanowire arrays: Hydrothermal synthesis, formation mechanism and field emission

performance一文中引用到：崔真等人报道了使用化学气相沉积法制备的层状GaN纳米线结构在光学和场发射中的性能。

北卡罗莱纳州立大学 Pearce 等人在 In Situ and Ex Situ Functionalization of Nanostructured Gallium Oxy-Hydroxide With a Porphyrin Dye一文中引用到：与块体样品相比，GaN纳米线的PL值发生了变化，这个说法以前崔真等人已经报道过。

东华大学 Q.Z. Zeng 等人在 Synthesis, field emission and optical properties of ZnSe nanobelts, nanorods and nanocones by hydrothermal method一文中写到：崔真等人报道了通过化学气相沉积法所制备的层状结构GaN纳米线光学和场发射性能。

山东大学 Hui Li 等人在国际知名期刊 Applied Surface Science 上题为 Semiconductor-metal transition in multi-layer sandwiched BAs/BP heterostructures induced by BP intercalation一文中提到：崔真等人通过第一性原理计算研究了 g-GaN/TMDs 和 MoSe₂/BlueP vdW 异质结构的电子和光学特性，他们发现 g-GaN/MoS₂ 和 g-GaN/WS₂ vdW 异质结构都有可能用于光催化水分解。

贵州师范大学 Fulong Hu 等人在国际知名期刊 Applied Surface Science 上题为 Influence of vertical strain on the photoelectronic properties of the ReSe₂/MoSe₂ van der Waals heterostructure一文中提到：崔真等人报道了 g-GaN/MoS₂ 和 g-GaN/WS₂ vdW 异质结构是高效的水分解光催化剂。

波兰格但斯克工业大学的 Katarzyna Drozdowska 等人发表在国际

知名期刊Sensors and Actuators B: Chemical上题为The effects of gas exposure on the graphene/AlGa_N/Ga_N heterostructure under UV irradiation一文中提到：崔真等人的研究通过计算揭示了缺陷Ga_N相对于本征Ga_N具有更高的吸附能。这表明缺陷在Ga_N材料中可以作为额外的吸附中心，从而增强了Ga_N材料与目标分子之间的表面相互作用。

五、 代表性论文专著目录：（注意：2023 年 8 月 1 日前公开发表，不超过 8 条。其中代表性论文不超过 5 篇，代表性专著不超过 3 部；填写时请注意基于论文专著全部作者填写，且按原文中英文填写，“国内作者”填写中文姓名）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间 (年 月 日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	国内作者	知识产权是否归国内所有
1	Electronic and optical properties of van der Waals heterostructures of g-GaN and transition metal dichalcogenides	Applied Surface Science	Zhen Cui, Kai Ren, Yiming Zhao, Xia Wang , Huabing Shu , Jin Yu , Wencheng Tang, Minglei Sun	2019 年 492 卷 513-519 页	2019 年 10 月 30 日	Zhen Cui, Minglei Sun	Zhen Cui	崔真，任凯，赵一鸣，王霞，舒华兵，于金，汤文成，孙明磊	是

2	Two-dimensional GaN nanosheets realized via hydrothermal reaction and ammoniation two-step method	Vacuum	Hongyuan Zhao, Enling Li, Zhen Cui, Chang Liu, Yang Shen, Pengfei Shen, Deming Ma	2022 年 203 卷 111329 页	2022 年 9 月	Enling Li, Zhen Cui	Hongyuan Zhao	赵宏远, 李恩玲, 崔真, 刘畅, 沈洋, 沈鹏飞, 马德明	是
3	Electronic and optical properties of titanium-doped GaN nanowires	Materials & Design	Zhen Cui, Xizheng Ke, Enling Li, Tong Liu	2016 年 96 卷 409-415 页	2016 年 4 月 15 日	Zhen Cui	Zhen Cui	崔真, 柯熙政, 李恩玲, 刘童	是
4	Adsorption of CO, NH ₃ , NO, and NO ₂ on pristine and defective g-GaN: Improved gas sensing and functionalization	Applied Surface Science	Zhen Cui, Xia Wang, Yingchun Ding, Enling Li, Kaifei Bai, Jiangshan Zheng, Tong Liu	2020 年 530 卷 147275 页	2020 年 11 月 15 日	Zhen Cui, Tong Liu	Zhen Cui	崔真, 王霞, 丁迎春, 李恩玲, 白凯飞, 郑江山, 刘童	是

5	Microscopic and macroscopic interfacial studies of NbC reinforcement layer on GCr15 bearing steel surface prepared by in-situ reaction method	Vacuum	Nana Zhao, Lehao Wang, Rongfu Xu, Teli Yao, Zhen Cui, Shujuan Li, Yunhua Xu, Heguang	2022年200卷110992页	2022年6月1日	Nana Zhao	Nana Zhao	赵娜娜, 王乐豪, 许荣富, 姚特立, 崔真, 李淑娟, 许云华, 刘和光	是
6									
7									
8									
<p>承诺: 该表所列论文专著的知识产权归国内所有且无争议, 未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年省部级(政府)科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖提名项目中作为支撑材料出现。用于提名陕西省科学技术奖的情况, 已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的作者的同意, 其中, 未列入项目主要完成人的第一作者、通讯作者(含共同第一作者、共同通讯作者)已出具知情同意书面签字意见, 与其他作者的有关知情证明材料均存档备查。因未如实告知上述情况而引起争议, 且不能提供相应存档备查的证据, 本人愿意承担相应责任, 并接受处理。</p>									

六、 主要完成人情况:

主要完成人: (依次列写完成人姓名)

排名	姓名	技术职称	行政职务	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	崔真	副教授	无	西安理工大学	西安理工大学	GaN 纳米结构可控构筑
2	沈洋	副教授	无	西安理工大学	西安理工大学	GaN 纳米结构理论研究
3	李恩玲	教授	无	西安理工大学	西安理工大学	GaN 纳米结构可控构筑
4	赵娜娜	教授	无	西安理工大学	西安理工大学	GaN 纳米结构理论研究

5	马德明	教授	无	西安理工大学	西安理工大学	GaN 纳米结构理论研究
6						

七、 主要完成单位情况：

主要完成单位：（依次列写完成单位名称）

排 名	完成单位	贡 献
1	西安理工大学	GaN 纳米结构光电特性调控
2		
3		

八、 完成人合作关系说明（**合作方式**包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果名称
1	共同获奖	崔真 1/5, 沈洋 2/5, 李恩玲 3/5, 马德明 5/5	2016.01-2024.12	二维 GaN 纳米结构可控构筑及光电特性调控研究
2	论文合著	赵娜娜 4/5, 崔真 1/5	2021.01-2024.12	Microscopic and macroscopic interfacial studies of NbC reinforcement layer on GCr15 bearing steel surface prepared by in-situ reaction method
3				
4				
5				

不限 条目				
----------	--	--	--	--

注意：专家提名项目还应公示提名专家的姓名、工作单位、职称和学科专业。