

1. 博士论文研究方向： 第三代半导体超光滑表面复合能场制造

选题类别： ☒ 基础性研究

☐ 应用性研究

☐ 工程技术攻关研究

☐ 新开辟的研究方向

☐ 已有研究方向的继续

☐ 其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

氮化镓核心器件的超精密加工是我国十四五规划的重点发展方向，传统超精密磨削表面粗糙度值仅能到达数纳米，高达数十GPa的磨削应力诱导的数百纳米至微米级深的塑性损伤在磨削过程中难以消除，只能依靠抛光来实现其亚纳米级超光滑表面加工，材料去除效率低且面形精度难以保证。本项目将结合激光诱导非晶化转变和软磨料化学-机械磨削技术，系统地开展激光诱导单晶氮化镓非晶化转变机制、非晶转变过程纳米力学性能演变、复合能场软磨料刻划/磨削仿真和实验等研究，实现“激光诱导非晶转变”、“激光热辅助”、“机械去除”和“磨粒-工件固相反应”一体化的复合能场低应力磨削加工。研究成果将阐明激光诱导单晶氮化镓非晶化转变机制，获得氮化镓非晶转变过程的纳米力学性能演变规律，揭示复合能场软磨料磨削氮化镓材料损伤演变及去除机理，形成氮化镓元器件高效、低损伤复合能场磨削工艺，为我国高性能半导体元器件的亚纳米精度制造提供理论和技术支持。

主要研究内容有：

（1）单晶氮化镓非晶化转变机制及非晶化转变过程纳米力学性能演变机制

① 原子及近原子尺度下激光诱导单晶氮化镓非晶化转变机制；

② 激光功率密度与单晶氮化镓非晶转变程度的映射关系及非晶化定量控制；

③ 周期性移动激光热源诱导的氮化镓磨削区温度场分布跨尺度仿真；

④ 复合能场单晶氮化镓非晶化转变过程的纳米力学性能演变规律。

（2）非晶氮化镓复合能场软磨粒刻划过程材料损伤演变及去除机理

① 复合能场软磨粒刻划非晶氮化镓材料去除及亚表面损伤行为分子动力学仿真；

② 复合能场刻划过程中氮化镓“非晶转变-高压相变-晶面滑移”竞争机制；

③ 复合能场软磨粒变切深刻划非晶氮化镓材料去除及亚表面损伤行为实验研究；

④ 复合能场软磨粒耦合刻划非晶氮化镓材料损伤累积及去除行为实验研究。

（3）氮化镓复合能场软磨料磨削表面/亚表面形貌创成机制及磨削工艺优化

① 单晶氮化镓磨削用高性能软磨料砂轮研制及性能评价；

② 单晶氮化镓复合能场软磨料磨削过程材料去除及亚表面损伤机理研究；

③ 考虑机械去除和固相反应耦合作用的砂轮磨损及材料去除效率研究；

④ 单晶氮化镓复合能场软磨料磨削表面微观形貌及亚表面损伤深度理论模型；

⑤ 基于智能算法的单晶氮化镓复合能场软磨料磨削工艺多目标协同优化。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金面上项目：基于非晶化诱导和固相反应的单晶GaN复合能场软磨料磨削基础研究，52375420，直接经费：50万，间接经费：15万，主持。 黑龙江省优青项目：第三代芯片晶圆复合能场磨削基础研究，YQ2023E014，经费：10万，主持。

2025年招生计划		
1. 博士论文研究方向： 增材制造		
选题类别： <input type="checkbox"/> 基础性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 应用性研究 <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究 <input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input type="checkbox"/> 已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/> 其他		
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介		
<p>申请人所在部门长期从事增材制造方向的研究工作，具有多个重点项目支持，包括中国科学院战略性先导科技专项、国家重点研发计划和中国科学院科研仪器设备研制项目，双方将依托于这些重大项目开展联合培养计划。目前，合作单位已经建立了完整的增材制造设备平台，开发了多种材料的增材制造加工工艺，借助这些增材制造设备可以完成软体水凝胶材料、高温可降解材料以及生物陶瓷材料的打印成型工艺研究。在此基础上，双方将合作开展水凝胶和TCP陶瓷的打印研究，将打印完成的结构进行超精密加工，实现增材制造和减材加工的工艺结合。过增材制造和减材加工两种方式，可以充分发挥两种工艺各自的优势，实现多种复杂结构的高精密构建，为双方合作在国际高水平期刊发表高水平文章奠定了基础。此外，合作单位具有完善的检测平台，有力的保障了本次合作培养的顺利完成。</p>		
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况		
国家重点研发计划课题：大尺寸高精度陶瓷光固化/喷射沉积复合增材制造装备研制		