

| | | |
|---|--|--|
| 2024年招生计划 | | |
| 四、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介 | | |
| 1. 博士论文研究方向： 硬脆晶体亚纳米级光滑表面超精密磨削技术 | | |
| 选题类别： <input checked="" type="checkbox"/> 基础性研究 <input 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>我国制造强国战略第一个十年行动纲领《中国制造2025》明确指出“重点支持技术溢出效应明显的核心基础零部件（元器件）和先进基础工艺”；2021年两会发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中明确指出“需要集中优势资源攻关多领域关键核心技术，包括碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体核心部件制造技术的发展”，因此，核心基础零部件的先进制造技术一直是我国的重点发展方向。芯片半导体和高性能激光晶体等硬脆晶体具有高硬度、耐辐射、极端条件下稳定的化学性质等优点，在航空航天、国防军事、工业生产等领域应用广泛。然而这类材料由于自身高硬度、高脆性、各向异性等特点，成为典型的难加工材料，制造过程中产生的裂纹等脆性损伤会直接导致元器件使役寿命降低甚至失效，硬脆晶体元器件的亚纳米级光滑表面超精密加工是我国面临的卡脖子问题之一，同时发达国家对我国芯片等元器件实施了技术封锁。因此揭示硬脆晶体近原子尺度的损伤演变和材料去除机理，实现硬脆晶体元器件的亚纳米级光滑表面超精密磨削加工，将推进我国航空航天和军事国防等相关领域的发展，对打破发达国家技术壁垒具有重要意义。主要开展以下研究：</p> <p>① 构建适用于硬脆晶体超精密磨削的势函数和本构模型，开展硬脆晶体材料去除过程的跨尺度仿真；</p> <p>② 开展硬脆晶体纳米尺度的冲击划痕实验和高温划痕实验，阐明应变率、温度和各向异性对硬脆晶体力学性能的耦合影响机制，揭示近原子尺度这类材料的损伤演变和材料去除机理；</p> <p>③ 研制我国自主知识产权的硬脆晶体亚纳米级光滑表面超精密磨削装备，并开展硬脆晶体超精密磨削加工工艺多目标协同优化。</p> | | |
| 3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 | | |
| <p>1. 国家自然科学基金青年项目，经费：24万 2. 中国科协青年人才托举工程项目，经费：30万 3. 黑龙江省头雁计划自主类科研项目，经费：35万 4. 中国博士后特别资助项目，经费：18万 5. 国家重点实验室开放课题，经费：20万 6. 黑龙江省博士后基金，经费：10万 7. 哈尔滨工业大学0-1原创前沿探索项目，经费：30万</p> | | |

2024年招生计划

四、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 第三代半导体复合能场超精密加工技术

- 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

中国制造强国战略第一个十年行动纲领《中国制造2025》明确指出“重点支持技术溢出效应明显的核心基础零部件（元器件）和先进基础工艺”；2021年两会发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中明确指出“需要集中优势资源攻关多领域关键核心技术，包括碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体核心部件制造技术的发展”，因此，半导体核心基础零部件的超精密加工技术一直是我国的重点发展方向。目前，我国在半导体制造装备和工艺水平等方面较落后，高端半导体元器件严重依赖进口，例如，2022年仅芯片进口额就高达4000多亿美元。同时欧美发达国家在芯片等高端半导体元件的制造装备和制造工艺方面几乎实施了全面技术封锁，使得进口半导体元件可得性不断降低，高端半导体的成熟制造技术已经成为了我国面临的卡脖子问题之一。因此，开展单晶氮化镓复合能场软磨料磨削加工方面的研究，阐明激光诱导的单晶氮化镓非晶化转变机制，揭示激光-化学-机械复合能场软磨料磨削氮化镓材料损伤演变及去除机理，获得成熟的单晶氮化镓元器件高效、低损伤复合能场磨削工艺，将为我国高性能半导体元器件的亚纳米级精度制造提供理论与技术支撑，对打破发达国家技术壁垒具有重要意义。

本课题将以国家对高性能半导体元器件超精密加工技术的迫切需求为牵引，针对目前单晶氮化镓超精密磨削存在的瓶颈难题，系统地开展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、非晶氮化镓复合能场软磨料刻划过程材料损伤演变及去除机理、单晶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等方面的研究，研究成果将阐明激光诱导的单晶氮化镓非晶化转变机制，揭示激光-化学-机械复合能场软磨料磨削氮化镓材料损伤演变及去除机理，获得成熟的单晶氮化镓元器件复合能场高效、低损伤磨削加工技术，为我国高性能半导体元器件的亚纳米级精度制造提供理论和技术支持。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

1. 国家自然科学基金青年项目，经费：24万
2. 中国科协青年人才托举工程，经费：30万元
3. 黑龙江省头雁计划自主类科研项目，经费：35万
4. 中国博士后特别资助项目，经费：18万
5. 国家重点实验室开放课题，经费：20万
6. 黑龙江省博士后基金，经费：10万
7. 深圳市科技计划国际合作研究项目子课题，经费：15万
8. 微系统与微结构制造技术教育部重点实验室开放基金，经费：5万元
9. 哈尔滨工业大学0-1原创前沿探索项目，经费：30万元