

2024 年度广东省科学技术奖公示表

学科、专业评审组	460 机械科学技术-机械制造工艺与设备、科技进步奖-J08机械组
项目名称	等离子体原子级超光滑加工技术研发及产业化
提名者	深圳市科技创新局
主要完成单位	单位1：南方科技大学
	单位2：珠海宝丰堂半导体股份有限公司
	单位3：深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司
主要完成人 (职称、完成单位、工作单位)	<p>1.邓辉（研究员、南方科技大学、南方科技大学、主要贡献：①创新性地提出了等离子体诱导原子选择刻蚀、原子迁移重构、原子层抛光的硬脆性难加工材料原子级超光滑表面高效创成工艺原理，并带领团队开展了相关技术的研发工作；②与珠海宝丰堂半导体股份有限公司共同开发出真空电感耦合、大气电感耦合、大气电容耦合等多种等离子体源加工设备，并结合实际加工应用需求进行了工艺优化；③协助珠海宝丰堂半导体股份有限公司、深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司完成了等离子体设备、光学元件两大类产品的产业化应用推广，并为多家企业提供了等离子体抛光相关的技术服务；④负责项目的统筹管理，并组织完成了第三方检测认证、财务审计、成果鉴定等多项工作。）</p>
	<p>2.赵公魄（无、珠海宝丰堂半导体股份有限公司、珠海宝丰堂半导体股份有限公司、主要贡献：①协助南方科技大学完成了等离子体原子级超光滑加工相关技术在单晶硅、氮化镓、二氧化硅、金刚石等不同种类硬脆性难加工材料的应用研究；②参与了真空电感耦合、大气电感耦合、大气电容耦合等多种等离子体源加工设备研发工作，并根据实际加工应用需求明确了相应的技术指标、设备生产流程及工艺规范等；③负责等离子体设备的产业化应用推广，如多种等离子体设备（产品）销售，为客户提供等离子体原子级超光滑加工成套解决方案等；④面向大尺寸半导体晶圆、精密光学元件加工的重大应用场景，与南方科技大学共同制定了等离子体设备性能的持续改进方案。）</p>
	<p>3.李吕兵（无、深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司、深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司、主要贡献：①协助南方科技大学完成等离子体诱导的原子选择刻蚀与原子迁移重构间工艺协同研究，共同制定了光学元件等离子体亚表面损伤修复的工艺逻辑链；②结合自身专业知识、现场经验指导了工艺条件参数调控以获得光学元件良好的亚表面损伤修复效果；③在优化现有的增透膜镀膜工艺基础上，对修复后的光学元件（镀膜）进行了抗激光损伤能力分析评估，其效果已获得第三方权威检测机构-中国科学院上海光学精密机械研究所的认证；④负责光学元件产业化应用推广，除等离子体相关技术制备的光学元件如非球面透镜、激光准直镜等产品销售外，还借助多种光学元件开发出如贝塞尔玻璃切割头光束质量测试系统等衍生产品，为多家企业解决生产中的效率、质量问题。）</p>
	<p>4.何铨鹏（副研究员、南方科技大学、南方科技大学、主要贡献：①通过建立的光学元件表面材料蠕变流仿真模型，解明了等离子体作用下微米尺度残留台阶熔融和纳米尺度粗糙形貌平坦化的超光滑表面创成过程；②将等离子体原子迁移重构工艺原理应用于玻璃基微透镜阵列调形制造中，并协助深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司完成了光学元件的产业化工程应用验证；③通过理论分析、实验观测等手段研究了等离子体激发机制及特征，并探明了金刚石原子层改性去除过程；④与珠海宝丰堂半导体股份有限公司共同开发出适用于金刚石高效超精密抛光的等离子体设备，并完成了金刚石等离子体辅助抛光效果验证。）</p>
	<p>5.王银惠（副研究员、南方科技大学、南方科技大学、主要贡献：①探明了等离子体原子迁移重构表面粗糙度由微米尺度向纳米尺度的转化机制，实现了光学元件原子级超光滑表面高效创成；②与珠海宝丰堂半导体股份有限公司共同开发出适用于光学元件高效</p>

	<p>超精密抛光的等离子体设备，并将等离子体原子迁移重构工艺原理应用于SiO₂/Si界面调控中；③结合等离子体诱导的原子选择刻蚀、原子迁移重构工艺原理，开发出光学元件的亚表面损伤修复技术并进行了效果验证；④协助深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司完成了光学元件的产业化工程应用验证，如优化了等离子体抛光的射频电源功率、抛光时间、降功率梯度等关键工艺参数。）</p> <p>6.赵芝强（无、珠海宝丰堂半导体股份有限公司、珠海宝丰堂半导体股份有限公司、主要贡献：①对真空电感耦合、大气电感耦合、大气电容耦合等多种等离子体源进行了稳定性分析，并协助南方科技大学建立出等离子体抛光热传递仿真模型；②完成了等离子体设备的整体结构方案优化设计，如等离子体炬、匹配器、载物台等；③根据等离子体原子迁移重构工艺原理，与南方科技大学共同开发出适用于光学元件高效超精密抛光的等离子体设备并完成了现场调试，其设备性能已获得第三方权威检测机构-中检集团南方测试股份有限公司的认证；④协助深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司完成光学元件的产业化工程应用验证，通过提高等离子相关抛光工艺稳健性及设备可靠性，实现了如凸透镜、平面反射镜等多种光学元件的批量化生产。）</p> <p>7.丁雪苗（无、珠海宝丰堂半导体股份有限公司、珠海宝丰堂半导体股份有限公司、主要贡献：①面向等离子体抛光过程中各频段加工误差抑制需求，对等离子体设备的控制系统进行了优化设计，并协助南方科技大学完成了基于温度梯度补偿、气体扩散补偿及运动加速度补偿的加工驻留时间算法修正、工艺路径规划等；②分别根据等离子体诱导的原子选择刻蚀和原子层抛光工艺原理，与南方科技大学共同开发出适用于半导体晶圆、金刚石高效超精密抛光的等离子体设备并完成了现场调试，其设备性能已获得第三方权威检测机构-中检集团南方测试股份有限公司的认证；③结合等离子体相关技术原理，在已有等离子体设备上进行了功能性开发，如原子级超光滑表面高效创成、表面清洁（去胶）等，并为多家企业提供了碳化硅、金刚石等硬脆性难加工材料的原子级超光滑表面制备/清洁方案。）</p> <p>8.吴兵（无、南方科技大学、南方科技大学、主要贡献：①建立了等离子体刻蚀Si的原子尺度反应模型，通过仿真计算Si表面成键状态不同的原子的反应激活能，解明了等离子体原子选择刻蚀行为；②结合各向同性、晶面选择和原子选择三种刻蚀模式的精准调控，探明了等离子体刻蚀原子级超光滑表面创成过程；③与珠海宝丰堂半导体股份有限公司共同开发出适用于半导体晶圆高效超精密抛光/清洁的等离子体设备并完成了GaN抛光、Si/SiO₂界面调控等应用研究；④通过分析等离子体刻蚀对亚表面损伤的暴露能力，实现了半导体晶圆亚表面损伤高效检测，并协助深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司将该技术应用于医用光学玻璃制备检测中。）</p>
<p>代表性论文 专著目录</p>	<p>论文 1：<面向原子级表面制造的等离子体诱导原子选择刻蚀技术、中国科学：技术科学、52、2022.05、张翊、邓辉></p> <p>论文 2：<An efficient approach for atomic-scale polishing of single-crystal silicon via plasma-based atom-selective etching、International Journal of Machine Tools and Manufacture、159、2020.10、房之栋、邓辉></p> <p>论文 3：<Ion beam smoothing of fused silica at atomic-scale assisted by damage recovery using inductively coupled plasma、Precision Engineering、90、2024.08、吴兵、邓辉></p> <p>论文 4：<Smoothing of fused silica with less damage by a hybrid plasma process combining isotropic etching and atommigration、Surface and Interface、41、2023.07、梁绍祥、邓辉></p> <p>论文 5：<Highly efficient and atomic-scale smoothing of single crystal diamond through plasma-based atom-selective etching、Diamond and Related Materials、143、2024.01、柳汪、邓辉></p> <p>专利 1：<基于电感耦合等离子体的单晶材料抛光装置及抛光方法>（ZL201811116072.7、邓辉；张翊、南方科技大学）</p> <p>专利 2：<光学元件修形系统的加工控制方法及光学元件修形系统>（ZL202210390056.7</p>

知识产权 名称	、邓辉;刘凯、南方科技大学)
	专利 3: <一种微透镜的制作方法、微透镜及其制作系统> (ZL202410184039.7、邓辉;何铨鹏;唐劲;王银惠、南方科技大学)
	专利 4: <一种基于等离子体刻蚀和改性作用的金刚石抛光方法> (ZL202410184040.X、邓辉;肖玉玺;何铨鹏、南方科技大学)
	专利 5: <等离子蚀刻装置及其放电腔体> (ZL201711121481.1、赵公魄; 丁雪苗; 梁庭杰、珠海宝丰堂半导体股份有限公司)
	专利 6: <一种高功率激光的光学场镜头组件> (ZL2024 1 0266262.6、王林;汪鸿伟;李吕兵、深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司)
	专利 7: <一种贝塞尔玻璃切割头光束质量测试系统> (ZL202110674842.5、李吕兵;王雷、深圳市鼎鑫盛光学科技有限公司)
	专利 8: <金属材料表面修形装置及修形方法> (ZL202210535081.X、邓辉;易蓉、南方科技大学)
	专利 9: <二氧化钛纳米薄膜制备方法及二氧化钛纳米薄膜> (ZL201910790001.3、邓辉、南方科技大学)
	专利 10: <等离子蚀刻装置及其放电腔体> (ZL202320416815.2、丁雪苗;赵公魄;赵芝强、珠海宝丰堂半导体股份有限公司)