

# 2025 年度中国光学学会科技创新奖简介

项目名称：免刻蚀薄膜铌酸锂集成光电子器件及应用

获奖类别：科技进步奖

获奖等级：二等奖

主要完成单位：兰州大学

主要完成人：田永辉、肖恢英、袁明瑞、蒋永恒

学科分类：光电子学与激光技术

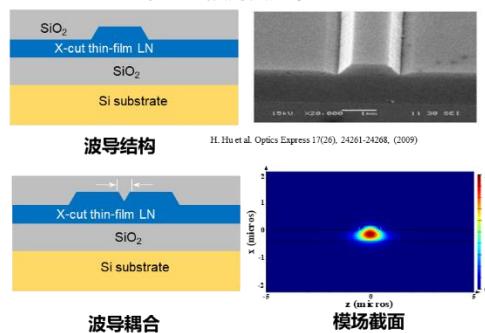
推荐单位：兰州大学

项目简介：

光电子芯片是现代通信、工业生产、消费电子等系统的核心，在推动国家战略发展和科技创新中起着至关重要的作用，是世界各国积极抢占的科技制高点。铌酸锂具有突出的电光、声光、光学非线性效应和较高的居里温度，是实现集成光电子芯片的理想材料，被誉为“光学硅”。然而，铌酸锂的化学惰性使其刻蚀工艺和规模集成面临较大的困难与挑战。

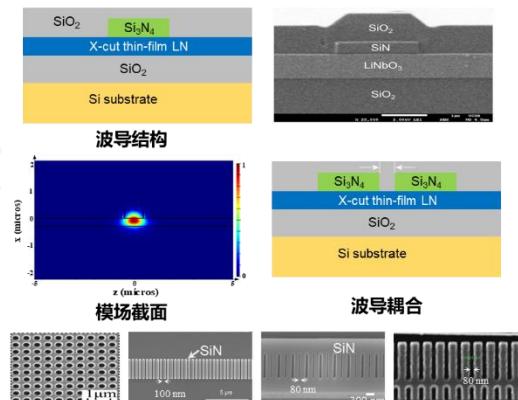
## 铌酸锂具有稳定的化学性质，传统的化学刻蚀方法难以实现铌酸锂材料的刻蚀

### 物理直接刻蚀方案



工艺方案：氩离子铣干法刻蚀，激光直写 + CMP  
不足之处：难以实现光子晶体、亚波长光栅等微结构的加工制作

### 氮化硅-铌酸锂异质集成的间接刻蚀



工艺方案：氮化硅薄膜沉积+ICP刻蚀

采用CMOS兼容的刻蚀技术直接刻蚀氮化硅即可实现薄膜铌酸锂光电子芯片的加工制备

图 1. 薄膜铌酸锂芯片加工方案

项目团队聚焦薄膜铌酸锂的规模集成技术攻关和高性能集成光电子芯片及其应用研究，取得了以下创新点：

**(1)** 创新性地开发了免直接刻蚀的氮化硅-薄膜铌酸锂异质集成技术，采用反应溅射法在薄膜铌酸锂上成功实现低损耗光波导与器件加工，解决了薄膜铌酸锂的加工与微纳光场调控难题，得到了美国哥伦比亚大学 Michal Lipson 教授、澳大利亚莫纳什大学 Arthur J. Lowery 教授等国际顶尖学者的直接借鉴与积极评价。

**(2)** 研发了高速有源器件及其集成系统等一系列光电子芯片，实现了带宽  $> 110 \text{ GHz}$  的电光调制器、覆盖 3-42.5 GHz 调谐范围的光电振荡器、覆盖 5-65 GHz 带宽的微波频率、振幅和相位测量芯片等成果，在 *Laser & Photonics Reviews* 和 *ACS Photonics* 等国际著名期刊发表学术论文，被苏黎世联邦理工学院 (ETH) Juerg Leuthold 教授等国际权威学者正面引用。

**(3)** 研发了波长、模式、偏振等多维片上光学复用器件及系统，多项成果以封面文章的形式发表于国际著名光学期刊 *Laser & Photonics Reviews* 等上，相关成果也同时得到了科技日报、科学网等科技媒体的报道。

项目团队在本领域国际著名期刊发表本项目直接相关 SCI 论文 80 余篇，授权中国发明专利 20 余项。基于本项目的成果，项目团队成功申报并承担了国家重点研发计划课题、子课题、基金委重点国合等多项国家级项目和华为公司等多个委托科技开发项目。相关研发成果与技术被成功应用于数据中心、算力加速卡、光通信系统、航空航天等场合，产生了较大的经济效益。