
山东大学陈昆峰教授团队——薄膜铌酸锂的结晶技术及其声光电器件应用

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41128.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

山东大学陈昆峰教授团队——薄膜铌酸锂的结晶技术及其声光电器件应用。论文标题：Advanced Crystallization Methods for Thin-Film Lithium Niobate and Its Device Applications

论文链接：<https://www.mdpi.com/1996-1944/18/5/951>

期刊名：Materials

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/materials>

作者介绍



通讯作者简介：

陈昆峰博士，山东大学新一代半导体材料研究院教授、博士生导师，山东大学齐鲁青年学者、济南市高层次人才、中国科学院青促会会员、吉林省青托，入选全球前2%顶尖科学家榜单。主要

从事多尺度晶体材料智能生长、跨尺度计算仿真模拟与单晶材料-声光电器件性能关系研究。在Chem. Soc. Rev., Innovation, Adv. Energy Mater.等期刊上发表研究论文100余篇，H因子43；授权专利7项；曾获山东省科学技术进步一等奖、中国颗粒学会自然科学一等奖、中国化工学会基础研究成果二等奖、第四届中国科技产业化促进会科学技术奖科技创新二等奖、2020-2022年度无机化工科学技术奖技术发明一等奖等。



第一作者简介：

杨荣邦山东大学新一代半导体材料研究院科研助理，2024年获得曲阜师范大学物理学硕士学位，主要从事外延铌酸锂薄膜制备及SAW器件性能研究，发表SCI论文2篇，参与多项国家自然科学基金及省部级科研项目。

文章导读

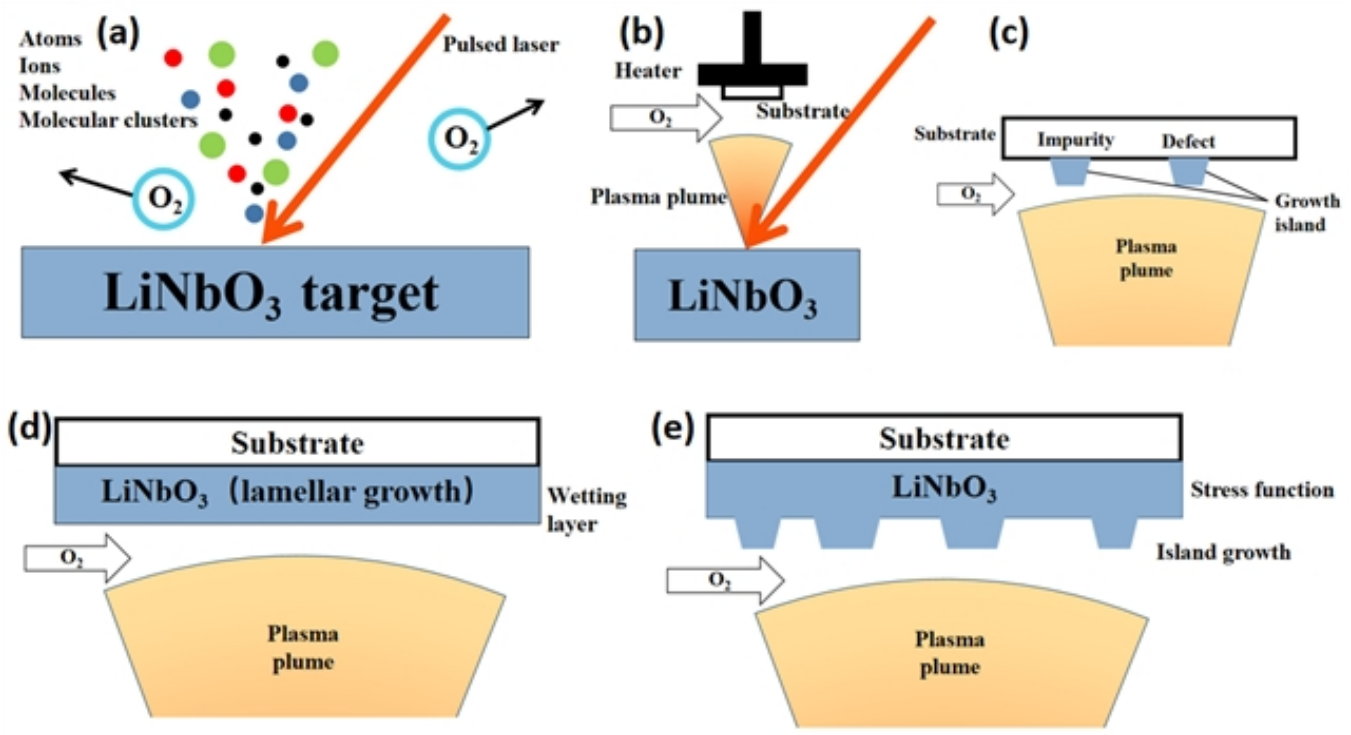
薄膜铌酸锂（TFLN）器件应用广泛，尤其在集成光学和通信领域具有重要意义。其高电光系数和低光学损耗使其成为高速光调制器、光学开关和频率转换器等关键元件的理想材料。此外，薄膜铌酸锂在量子光学和非线性光学中的应用也日益突出，如用于量子纠缠源和高效二次谐波发生器等。这些应用不仅推动了光通信技术的发展，还为量子计算和高精度传感提供了新的可能性。山东大学陈昆峰教授及其团队在Materials期刊发表的文章(Advanced Crystallization Methods for Thin-Film Lithium Niobate and Its Device Applications)，介绍了薄膜铌酸锂的先进制备方法及其在器件中的应用，展示了薄膜铌酸锂在光电调制、传感器、存储器、光波导和电光调制器等领域的广泛应用前景，对于推动未来光子集成电路和高速光通信技术的发展具有重要意义。

研究过程与结果

本文的研究内容主要围绕薄膜铌酸锂的制备方法及其在光学和电子器件中的应用展开，详细介绍了化学气相沉积（CVD）、分子束外延（MBE）、脉冲激光沉积（PLD）、磁控溅射和Smartcut等多种制备方法，并探讨了每种方法的优势、技术挑战及优化方向。CVD通过使用含锂和铌的有机金属化合物作为前驱体，能够在高温反应室中分解气体前驱体并在基底表面沉积TFLN，具有高沉积速率和大面积均匀性的优势，适合工业化生产，但其前驱体通常具有高毒性，且对工艺参数敏感，容易产生缺陷，导致成品率较低。MBE在超高真空环境下通过原子或分子束沉积薄膜，能够实现原子级别的精确控制，特别适合制备高质量单晶薄膜，但其制备过程需要高温条件，

容易导致锂的挥发，进而影响薄膜的化学计量比和晶体质量。PLD通过高能脉冲激光轰击靶材，产生等离子体羽流并在基底上沉积薄膜，具有高精度和强可控性，适合制备复杂氧化物薄膜，但其薄膜生长速率较慢，难以实现大面积薄膜的快速制备。磁控溅射通过高能离子轰击靶材，使靶材原子溅射到基底上形成薄膜，具有低沉积温度和精确成分控制的优势，适合工业化生产，但其薄膜成分可能偏离化学计量比，且大面积薄膜的均匀性较差。Smartcut通过离子注入、键合和剥离等步骤，将高质量的铌酸锂薄膜从大块晶体上剥离并转移到其他基底上，具有高精度控制薄膜厚度和高质量晶体结构的优势，但设备和控制要求高，导致生产成本较高。

在器件应用方面，TFLN因其优异的电光效应、压电效应和非线性光学特性，在光学通信、传感器、存储器、光波导和电光调制器等领域展现出广泛的应用前景。TFLN传感器基于其电光效应和压电效应，能够检测电场、磁场、温度和压力等物理量，具有高灵敏度、快速响应和良好稳定性的特点，特别是在量子光学传感器中，通过集成波导结构，能够实现超高灵敏度的光学信号检测。TFLN存储器基于其铁电畴壁的运动特性，通过控制畴壁位置实现信息的存储和读取，具有非易失性和低功耗的优势，适合移动设备和物联网应用，特别是在光电器件中，TFLN存储器能够实现光信号和电信号的高效转换，具有广阔的应用前景。TFLN光波导器件基于其优异的电光效应和非线性光学特性，能够实现光信号的高效传输和调制，具有低光学损耗和宽透明窗口的优势，适合集成光子电路的应用，特别是在高速光通信系统中，TFLN光波导器件能够实现低驱动电压下的高速调制，具有重要的应用价值。TFLN电光调制器通过施加外部电场改变材料的折射率，实现光信号的相位或强度调制，具有高调制速率和低驱动电压的优势，适合高速光通信系统，特别是在硅基光子平台上的异质集成，能够实现更复杂和高效的光子集成电路。此外，TFLN在微光子器件和非线性光学器件中的应用也显示出巨大潜力，如微环谐振器和光频转换器等，能够实现光信号的高效存储和调控，具有高调制深度和低功耗的特点，适合高速光子集成电路的应用。



PLD制备铌酸锂薄膜示意图。

研究总结

文章总结了薄膜铌酸锂的先进制备方法（CVD、MBE、PLD、磁控溅射和Smartcut技术）及其在光学通信和光子集成电路中的广泛应用，展示了TFLN在电光调制、传感器、存储器、光波导和微光子器件等领域的重要潜力。TFLN因其优异的电光、声光和非线性光学特性，在高速光通信和微波光子学中具有显著优势，未来研究将聚焦于提高器件集成度和兼容性，特别是与硅基光子技术的异质集成，以推动高速、低功耗的光通信和信息处理技术的发展，随着制备技术的进步和成本降低，TFLN有望在新兴领域取得突破，成为未来光电技术的关键材料。

Materials 期刊介绍

主编：Maryam Tabrizian, McGill University, Canada; Prof. Dr. Yuguang Ma, South China University of Technology, China

主要关注材料科学与工程研究相关各个领域的最新研究成果，包括但不限于高分子、纳米材料、能源材料、复合材料、碳材料、多孔材料、生物材料、建筑材料、陶瓷、金属等，以及材料物理化学、催化、腐蚀、光电应用、结构分析和表征、建模等。

2025 Impact Factor 3.7 (JCR Q2*) 2025 CiteScore 7.0 (Scopus Q1*) Time to First Decision 14.4 Days
Acceptance to Publication 3.6 Days

*JCR Q2 at Metallurgy and Metallurgical Engineering, Physics, Applied, Physics, Condensed Matter, and Materials Science, Multidisciplinary Categories

*Scopus Q1 at Condensed Matter Physics Category

来源：Materials

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发