模块化局域元素供应技术批量制备12英寸二维半导体晶圆

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/23729.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！

模块化局域元素供应技术批量制备12英寸二维半导体晶圆。北京大学物理学院凝聚态物理与材料物理研究所、人工微结构和介观物理国家重点实验室刘开辉教授课题组与合作者提出模块化局域元素供应生长技术，成功实现了半导体性二维过渡金属硫族化合物晶圆批量化高效制备，晶圆尺寸可从2英寸扩展至当代半导体主流尺寸的12英寸晶圆，有望推动二维半导体材料由实验研究向产业应用过渡，为新一代高性能半导体技术发展奠定了材料基础。

2023年7月4日，相关研究以Modularized Batch Production of 12-inch Transition Metal Dichalcogenides by Local Element Supply为题，在线发表于Science Bulletin期刊。

北京大学前沿交叉学科研究院2021级博士生薛国栋、北京大学物理学院2022级博士生隋鑫、中国人民大学物理学系2022级硕士生殷鹏、北京大学博雅博士后周子琦为论文共同第一作者;北京大学物理学院刘开辉教授、中国人民大学刘灿研究员、中国科学院物理所张广宇研究员为共同通讯作者。其他主要合作者还包括北京大学王恩哥院士、高鹏教授、武汉大学何军教授、清华大学李群仰教授等。

近年来，二维过渡金属硫族化合物是最具应用前景的二维半导体材料体系之一，具备层数依赖的可调带隙、自旋-谷锁定特性、超快响应速度、高载流子迁移率、高比表面积等优异的物理化学性质，有望推动新一代高性能电子、光电子器件变革性技术应用。与传统半导体发展路线类似，晶圆级二维半导体的批量制备，是推动相应先进技术向产业化过渡的关键所在。二维半导体薄膜尺寸需达到与硅基技术兼容的直径300 mm(12-inch)标准，以进一步平衡器件产量与制造成本。因此，批量化、大尺寸、低成本制备过渡金属硫族化合物晶圆是二维材料走向实际应用亟待解决的重要问题。

自2016年以来，北京大学物理学院刘开辉教授、俞大鹏院士、王恩哥院士等针对二维材料生长相关问题开展了系统研究，逐步发展出一套大尺寸二维材料的原子制造通用技术。实现了以米级石墨烯(Science Bulletin 2017, 62, 1074)、百平方厘米级六方氮化硼(Nature 2019, 570, 91)、晶圆级过渡金属硫族化合物(Nature Nanotechnology 2022, 17, 33;Nature Communications 2022, 13, 1007)为代表的大尺寸二维材料调控生长及30余种A4尺寸高指数单晶铜箔库的制备(Nature 2020, 581, 406)。然而，相比于单个晶圆的过渡金属硫族化合物薄膜，大尺寸、批量化晶圆薄膜的制备更具挑战性。目前，基于化学气相沉积技术制备的二维半导体晶圆尺寸主要集中在2-4英寸，生产效率通常限制于每批次一片，难以满足逐渐增长的二维半导体在基础研究、产业化制造等方面的材料需求。

针对上述难题，刘开辉团队与合作者提出了一种全新的模块化局域元素供应生长策略，实现了2-12英寸过渡金属硫族化合物晶圆的批量化制备。将过渡金属硫族化合物制备所需的多种前驱体与生长衬底，以面对面模式组装构成单个生长模块。过渡金属元素与硫族元素按精确比例局域供应至生长衬底，实现单层过渡金属硫族化合物晶圆的高质量制备。且多个生长模块可通过纵向堆叠组成阵列结构，实现多种尺寸晶圆薄膜的低成本批量化制备(2英寸晶圆15片/批次;12英寸晶圆3片/批次)。此外，这一模块化策略适用于过渡金属硫族化合物薄膜的后处理工艺，可精准制备双面神(Janus)型MoSSe结构，MoS2(1-x)Se2x合金以及MoS2-MoSe2平面异质结等，为后续二维材料阵列化与功能化设计带来更多自由度。该研究成果为二维半导体晶圆的大尺寸、规模化制备提供了一种全新的技术方案，有望推动二维材料在高性能电子学与光电子学方向等诸多优异性能走向产业应用。

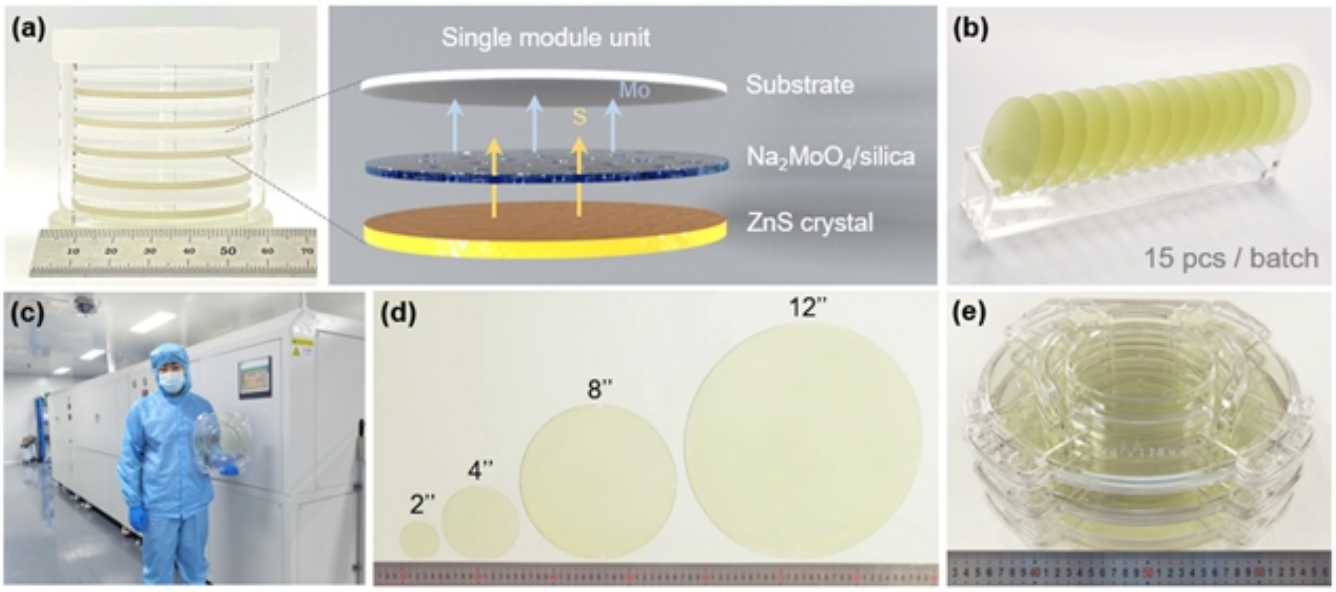


图1：a 过渡金属硫族化合物晶圆批量化制备装置及示意图;b 单批次制备15片2英寸MoS2晶圆;c 350-mm管径自动控制化学气相沉积管式炉;d 2-12英寸MoS2晶圆照片;e 单批次制备3片12英寸MoS2晶圆。

研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、广东省基础与应用基础研究重大项目、中国科学院战略性先导科技专项、北京市科学技术委员会重大专项，及北京大学人工微结构与介观物理国家重点实验室、纳光电子前沿科学中心、量子物质科学协同创新中心、北京大学电子显微镜实验室和松山湖材料实验室等的大力支持。(来源：科学网)

相关论文信息：https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.06.037

作者：刘开辉等 来源：《科学通报》

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转发