

快速导航 (<https://www.pku.edu.cn>)

首页 (<https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/index.htm>) 院内门户 (<http://portal.phy.pku.edu.cn/>) 旧网站 (<http://www2.phy.pku.edu.cn/>)

English (<http://english.phy.pku.edu.cn/>) |



科学研究

研究方向 ([../kxyj/yjfx.htm](https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/yjfx.htm))

+

重大项目 ([../kxyj/zdxm.htm](https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/zdxm.htm))

科研机构 ([../kxyj/kyjg1.htm](https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/kyjg1.htm))

科研成果 ([../kxyj/kycg.htm](https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/kycg.htm))

TOP

刘开辉课题组在高品质二维过渡金属硫族化合物及其合金制备研究中取得进展

发布日期: 2022-02-23 浏览次数: 212

二维过渡金属硫族化合物是最具应用前景的二维量子材料体系之一, 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、高比表面积及独特的光/电催化活性, 同时兼容当代微纳加工工艺, 有望推动新一代量子材料技术应用的变革。实现上述极致性能的前提是获得高质量的晶体材料。当前, 虽然二维过渡金属硫族化合物单晶的晶圆级制备已经实现, 但是如何进一步降低其缺陷密度以实现高品质材料合成依然面临巨大挑战。

自2016年以来, 北京大学物理学院凝聚态物理与材料物理研究所刘开辉教授、王恩哥院士、俞大鹏院士等针对二维量子材料制备相关问题展开了长期的探索, 逐步发展出一套基于表界面调控的通用原子制造技术手段, 实现了以石墨烯 (Nature Chemistry 2019, 11, 730; Science Bulletin 2017, 62, 1074; Nature Nanotechnology 2016, 11, 930)、六方氮化硼 (Nature 2019, 570, 91)、过渡金属硫族化合物 (Nature Nanotechnology 2022, 17, 33) 为代表的二维单晶调控生长, 消除了晶界导致的缺陷。然而, 相比于石墨烯, 二元过渡金属硫族化合物的制备更具挑战性, 需要协同调控过渡金属、硫族元素两种前驱体源的供应来实现高品质MX₂样品的原子级精确制备。

常规方法中采用普通硫源 (如单质升华硫粉) 制备的MX₂存在较高密度的硫空位缺陷, 从而引起材料质量下降; 同时, 由于不同硫族元素S、Se、Te的蒸发温度、饱和蒸气压, 反应能的差异显著, 常规方法难以同时实现多种硫族元素的有效供应制备合金。针对这一难题, 研究团队提出了一种全新的硫族单原子供应方法——设计限域空间, 调控表界面上由硫族化合物 (ZnS、ZnSe、ZnTe) 表层因高温化学键断裂而缓慢释放的活性硫族单原子; 并利用其与过渡金属源的反应, 实现多种高品质MX₂ (M=Mo、W; X=S、Se、Te) 的制备。理论研究表明, 相比常规方法中参与反应的硫族多聚体 (S₂), 硫族单原子具有更高的化学活性和吸附能, 可以有效的促进前期形核过程和修复愈合硫族空位缺陷; 同时, 单原子更高的反应能使其更容易取代其他同族元素, 有利于合金的合成。

通过界面硫族单原子供应的方法, 研究团队获得了缺陷密度低至 $\sim 2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 的过渡金属硫族化合物 (MoS₂) 晶体, $\sim 92\%$ 的PL旋光偏振极化率 (与机械剥离样品相当)、 $\sim 42 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 的载流子迁移率和 $\sim 10^8$ 的开关比, 表明晶体优异的光学、电学性能。同时, 利用单原子反应活性强的优点, 团队首次报道了包含三种不同硫族元素四元合金MoS_{2(1-x-y)}Se_{2x}Te_{2y}的可控制备。该研究成果为二维化合物的高品质调控生长及其多元高熵合金的设计制备提供了新的思路, 同时扩展了它们在电子、光电子以及谷电子学器件等方向的应用。

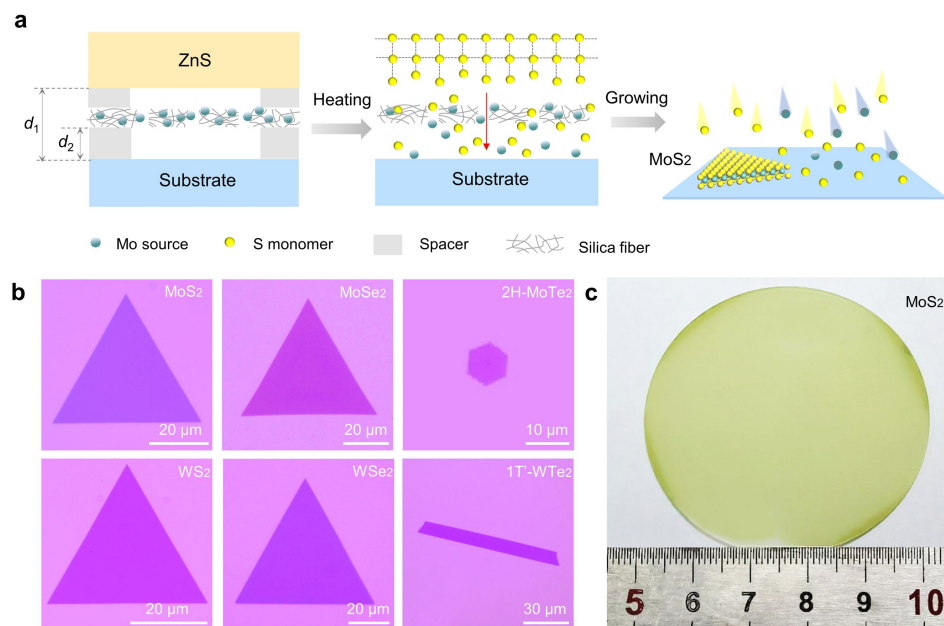


图 a 硫族单原子供应制备过渡金属硫族化合物示意图； b 普适性制备不同种类TMDs； c 两英寸晶圆级高品质单层MoS₂

2022年2月23日，相关研究成果以“活性硫族单原子供应实现二维过渡金属硫族化合物及其合金的稳定生长” (Robust growth of two-dimensional metal dichalcogenides and their alloys by active chalcogen monomer supply) 为题，在线发表于《自然·通讯》 (Nature Communications)。北京大学与中国科学院物理研究所联合培养博士后左勇刚（现为昆明理工大学特聘教授）、北京大学博士后创新人才支持计划入选者刘灿、韩国基础科学研究院丁利萍副教授、北京大学“博雅”博士后乔瑞喜为论文共同第一作者；北京大学刘开辉教授、韩国基础科学研究院丁峰教授、中国科学院物理研究所白雪冬研究员和北京大学博士后刘灿为共同通讯作者。

上述研究工作得到广东省基础与应用基础研究重大项目、国家重点研发计划、国家自然科学基金、广东省“珠江人才资助项目”、中国科学院战略性先导科技专项，及量子物质科学协同创新中心、纳光电子前沿科学中心和北京大学电子显微镜实验室等支持。

论文原文链接：<https://www.nature.com/articles/s41467-022-28628-7> (<https://www.nature.com/articles/s41467-022-28628-7>)

Copyright © 北京大学物理学院


TOP