[Highlight]

doi: 10.3866/PKU.WHXB201909013

www.whxb.pku.edu.cn

氢氧根辅助大面积单层二硫化钼在不同衬底上的生长

刘忠范

北京大学化学与分子工程学院, 北京 100871

MoS₂-OH Bilayer-Mediated Growth of Inch-Sized Monolayer MoS₂ on Arbitrary Substrates

LIU Zhongfan

College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, P. R. China.

Email: zfliu@pku.edu.cn.

Published online: September 9, 2019.

氢氧根吸附到硫原子上促进单层硫化钼水平生长的示意图及 *In situ* TEM 图。

二硫化钼是一种典型的二维材料, 因为其优异的电学、光学性能和良好的机械柔韧性引起人们的广泛关注¹。单层二硫化钼由于高的载流子迁移率和超薄的厚度, 被广泛应用在半导体场效应管和光探测器中², 生长大面积高质量的单层二硫化钼也一直是大家的研究目标。目前制备大面积单层二硫化钼的主流方法还是化学气相沉积法 (CVD), 主要通过引入氧气³、改变衬底⁴、添加生长促进剂⁵等方法减少成核点, 从而生长大尺寸的单层二硫化钼。但是在二硫化钼的生长过程中很难避免受到衬底表面和环境当中杂质的影响, 从

而导致生长出的二硫化钼存在较多缺陷和尺寸较小的问题⁶。因此, 不依赖衬底生长出大面积高质量的单层二硫化钼一直是研究的难点。

最近, 针对以上的难点, 苏州大学邹贵付课题组在 *Journal of the American Chemical Society* 上发表了题为 “MoS₂-OH Bilayer-Mediated Growth of Inch-Sized Monolayer MoS₂ on Arbitrary Substrates” 的文章⁷, 该工作利用氢氧根水溶液在不同衬底上生长出大面积高质量的单层二硫化钼, 并对其生长机理和生长过程进行了系统性的研究。

通过这种方法,作者可以在不同的衬底上生长出大尺寸的单层二硫化钼,包括蓝宝石、石英、二氧化硅等。这是由于氢氧根在二硫化钼的生长过程中会吸附到最外层的硫原子上,抑制二硫化钼在(001)方向上的生长,从而促进单层的生长。他们也通过理论计算证明了这一观点,当二硫化钼表面吸附上氢氧根后,生长单层的二硫化钼具有更好的稳定性。另外,他们还通过*In situ* TEM直接观察到二硫化钼在氢氧根作用下的水平方向生长。扫描透射电子显微镜(STEM)的表征证明了氢氧根辅助生长得到的二硫化钼具有很高的结晶质量,基本没有缺陷和错位出现。二硫化钼表面吸附的氢氧根还可以很好的保护其不被空气中的水和氧气污染,因此利用这种单层的二硫化钼制备的半导体场效应管在空气中具有很高的载流子迁移率达到 $30\text{ cm}^2\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,并且具有很好的稳定性,在空气中放置一个月后仍然保持很好的电学性能。

作者通过氢氧根水溶液辅助法实现了大面积高质量的单层二硫化钼在不同衬底上的生长,生长得到的单层二硫化钼具有极高的结晶质量和优异的稳定性。这种氢氧根水溶液辅助法也为生长其他的大面积单层二维材料比如 WS_2 和 MoSe_2 等

提供了可能性。

References

- (1) Wang, Q. H.; Kalantar-Zadeh, K.; Kis, A.; Coleman, J. N.; Strano, M. S. *Nat. Nanotechnol.* **2012**, *7*, 699. doi: 10.1038/nnano.2012.193
- (2) Yin, Z.; Li, H.; Jiang, L.; Shi, Y.; Sun, Y.; Lu, G.; Zhang, Q.; Chen, X.; Zhang, H. *ACS Nano* **2012**, *6*, 74. doi: 10.1021/nn2024557
- (3) Chen, W.; Zhao, J.; Zhang, J.; Gu, L.; Yang, Z.; Li, X.; Yu, H.; Zhu, X.; Yang, R.; Shi, D.; *et al.* *J. Am. Chem. Soc.* **2015**, *137*, 15632. doi: 10.1021/jacs.5b10519
- (4) Chen, J.; Zhao, X.; Tan, S. J.; Xu, H.; Wu, B.; Liu, B.; Fu, D.; Fu, W.; Geng, D.; Liu, Y.; *et al.* *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 1073. doi: 10.1021/jacs.6b12156
- (5) Yang, P.; Zou, X.; Zhang, Z.; Hong, M.; Shi, J.; Chen, S.; Shu, J.; Zhao, L.; Jiang, S.; Zhou, X.; *et al.* *Nat. Commun.* **2018**, *9*, 979. doi: 10.1038/s41467-018-03388-5
- (6) Shi, J.; Zhang, X.; Ma, D.; Zhu, J.; Zhang, Y.; Guo, Z.; Yao, Y.; Ji, Q.; Song, X.; Zhang, Y.; *et al.* *ACS Nano* **2015**, *9*, 4017. doi: 10.1021/acs.nano.5b00081
- (7) Zhu, J.; Xu, H.; Zou, G.; Zhang, W.; Chai, R.; Choi, J.; Wu, J.; Liu, H.; Shen, G.; Fan, H. *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141*, 5392. doi: 10.1021/jacs.9b00047