

その場観測による単層 WS₂ 成長インキュベーション時間決定機構の解明 Elucidation of Incubation Time Decision Mechanism for the Growth of Monolayer WS₂ by In-situ Monitoring

東北大院工, °岩本 祐汰, 強 効銘, 金子 俊郎, 加藤 俊顕

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.,

°Yuta Iwamoto, Qiang. Xiaoming, Toshiro Kaneko, Toshiaki Kato

E-mail: yuta.iwamoto.r4@dc.tohoku.ac.jp

二次元材料は原子レベルの厚みを持つ材料であり、高い機械的特性や優れた電気・光学特性を有していることから、新規透明フレキシブルデバイスの有力な候補材料として期待されている。遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)はグラフェンと類似した構造を持ち、原子 3 つ分の厚みを持つ二次元材料である。単層の TMD は、直接遷移の半導体として振る舞うことから透明フレキシブル光電子デバイスへの応用が期待されている[1-3]。TMD を実用的なデバイスに応用するためにはいくつかの課題が残されているが、最も重要な課題として単層 TMD の合成機構の解明が挙げられる。単層 TMD の合成物理因子である成長寿命や成長速度などに関しては、直接的計測手法が開発されておらず、またそれらを決定している成長場因子も解明されていないのが現状である。これに対し近年我々は、TMD の成長を光学像としてその場観測する手法の開発に世界で初めて成功している[4]。

本研究では上記のその場観測合成 CVD を更に改良し、合成基板の温度のみをスポットヒーターにより局所的に制御可能な系を確立した。これにより、合成基板温度が TMD の成長に与える効果に関して熱力学観点から系統的な実験を行った。その結果、単層二硫化タングステン(WS₂)の核発生までにかかる時間であるインキュベーションタイム(Δt_i)が基板温度に大きく依存することが明らかになった。さらにこれらが古典的 3 次元結晶成長モデルとして知られている、時間-温度-変態(TTT)曲線と良い一致を示すことが明らかになり、それぞれ前駆体の拡散律速、及び化学ポテンシャル差由来の成長駆動力律速のバランスで決まること明らかとなった (図 1)。

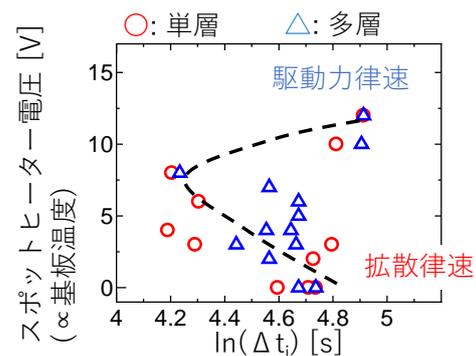


図 1 Δt_i の基板温度依存性。

- [1] T. Kato and T. Kaneko, ACS Nano **8**, 12777 (2014).
- [2] T. Kato and T. Kaneko, ACS Nano **10**, 9687 (2016).
- [3] T. Akama, W. Okita, R. Nagai, C. Li, T. Kaneko, and T. Kato, Sci. Rep. **7**, 11967 (2017).
- [4] C. Li, T. Kameyama, T. Takahashi, T. Kaneko and T. Kato, Sci. Rep. **9**, 12958 (2019).