

層状カルコゲナイドの有機金属 CVD 成長におけるアルカリ金属の効果

Effect of alkali metals on metal-organic chemical vapor deposition of layered chalcogenides

首都大院理工¹, 筑波大数理², 産総研³, 物材機構⁴, ○小林 佑¹, 吉田 昭二², 入沢 寿史³,

岡田 直也³, 渡邊 賢司⁴, 谷口 尚⁴, 真庭 豊¹, 武内 修², 重川 秀実², 宮田 耕充^{1,*}

Tokyo Metropolitan Univ.¹, Univ. of Tsukuba², AIST³, NIMS⁴ ○Yu Kobayashi¹, Shoji Yoshida²,

Toshifumi Irisawa³, Naoya Okada³, Kenji Watanabe⁴, Takashi Taniguchi⁴, Yutaka Maniwa¹,

Osamu Takeuchi², Hidemi Shigekawa², Yasumitsu Miyata^{1,*}

E-mail: ymiyata@tmu.ac.jp

有機金属化学気相成長 (MOCVD) は、遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) 原子層を大面積かつ均一に成膜する有力な手法である。MOCVD では、成長促進剤としてアルカリ金属塩を用いることで向上されることが報告されてきた。しかしながら、これまでにいくつかの報告例があるものの[1,2]、促進剤の役割については未だ不明瞭な点が多い。本研究では、MOCVD 法を用いた TMDC 成長における、アルカリ金属塩の効果について報告する。図 1 a,b に、NaCl を促進剤として用いた場合と、利用しない場合で合成した WS₂ の光学顕微鏡像を示す。促進剤を用いることで、結晶サイズが大きくなり、核密度が大幅に減少していることが確認できる。走査型トンネル顕微鏡および原子間力顕微鏡等を用いた評価によって、グレインサイズの増加・核密度の減少に加えて、単層率の向上、及び欠陥密度の減少が、促進剤の効果として観測された。これらの効果は、WS₂ のみではなく、MoS₂ や MoSe₂、WSe₂ といった種々の TMDC においても同様に確認された。さらに、NaCl や KBr などのアルカリ金属塩のみではなく、NaOH や HCl など様々な物質を促進剤

として用いて検証を行った結果、アルカリ金属が MOCVD における促進剤として機能していることを明らかにした。また、合成に用いる基板によらずに促進剤は効果を発揮したため、これまで考えられてきた基板の表面改質のみが促進剤の効果のメカニズムではなく、アルカリ金属と遷移金属が中間生成物を形成することが重要な要素であると考えられる。(図 1 c,d) 本研究結果は、高品質で大面積の TMDC 試料、及び TMDC ヘテロ構造の簡便かつ迅速な作製に大きく貢献すると期待される。

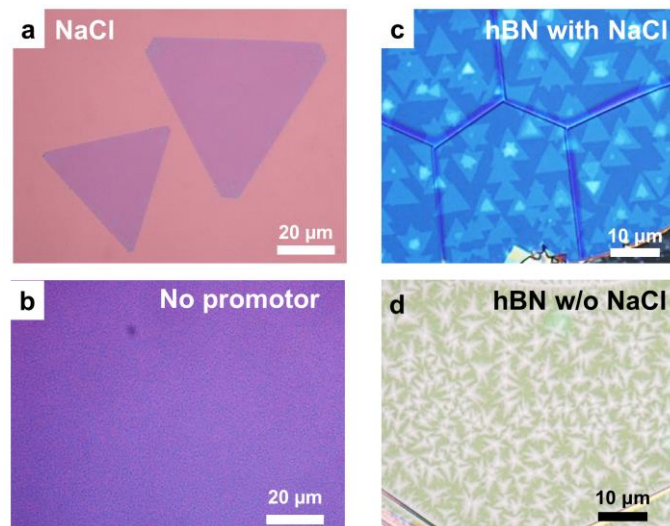


Figure 1. Optical images of MOCVD grown WS₂ (a) with and (b) without NaCl on SiO₂/Si, and (c) with and (d) without NaCl on hBN.

[1] K. Kang, *et al.*, Nature (2015), [2] H.-K. Kim, *et al.*, Nano Lett., (2017).