

MoS₂ 層数制御に向けたモリブデンプリカーサの特徴と選択
Selection of molybdenum precursors characteristic for MoS₂ layer number fine control.
東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社¹, 国立研究開発法人物質・材料研究機構²

○小野 佑樹¹, 佐久間 芳樹², 松本 貴士¹, 山田 浩樹¹

Tokyo Electron Technology Solutions Limited¹, National Institute for Materials Science²,

○Yuki Ono¹, Yoshiki Sakuma², Takashi Matsumoto¹, Hiroki Yamada¹

E-mail: yuki.ono@tel.com

1. 背景・目的

ロジックデバイスの 1 nm 世代以降のトランジスタ構造として CFET の研究開発が進められており、スケーリングによる短チャネル効果とキャリア移動度が低下する問題の解決策として遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)が大きな注目を集めている。我々は TMDC の大面積成膜装置開発へ向けて、モリブデン原料の違いでの結晶成長への影響について MOCVD 装置実験を行うとともに分子動力学シミュレーションによる解析も行った。

2. 実験・結果

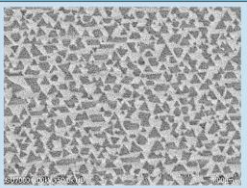
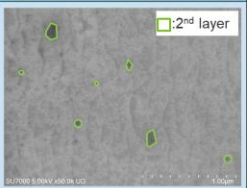
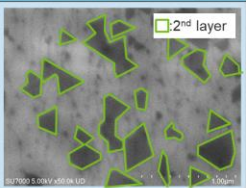
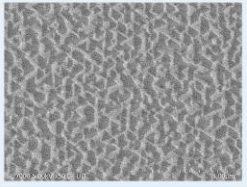
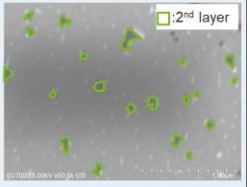
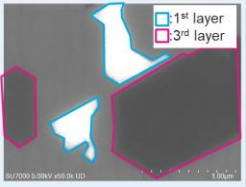
MOCVD 装置実験ではサファイア C 面基板(オフ角 0.15°)の上に硫黄原料として H₂S、モリブデン原料として Mo(CO)₆、MoO₂Cl₂ を比較して MoS₂ 結晶成長を行った[1-3]。比較するため単層ドメインが独立している状態から 2 層目が成長している状態まで成膜時間振りを行った。

結果は単層ドメインの状態では原料で大きな差異は無く、成膜時間を増やし 1 層目が全面被覆すると Mo(CO)₆ は 1 層目が全面被覆する前に 2 層目の成長も始まるが、MoO₂Cl₂ では 1 層目が全面被覆するまで 2 層目の成長は始まらなかった。1 層目の全面被覆後は Mo(CO)₆ で 2 層目の成長とともに 3 層目以上の成長を確認した。

シミュレーションではサファイア C 面と MoS₂ 表面への各原料の表面反応に着目して解析を進めた。その結果、サファイア表面では原料による差が見られないが、欠損の無い MoS₂ 表面では Mo(CO)₆ だけが反応する解析結果が示された。これは先述の実験結果と合致するものである。

結果の詳細については当日報告する。

Table: SEM image of MoS₂ by MOCVD.

モリブデン原料	30min成長(孤立ドメイン状態)	50~60min成長(1層目全面被覆付近)	120min成長(2層目成長)
MoO ₂ Cl ₂			
Mo(CO) ₆			

3. 結論

モリブデン原料の特性が層数制御に大きな影響を与え、MoO₂Cl₂ は準セルフリミット機構により 1 層目の制御性が非常に高く、Mo(CO)₆ は 2 層目以降も結晶成長を促進できることを確認した。

[1] 佐久間 他：第 77 回応用物理学会秋季学術講演会（2016 年 9 月），13p-P5-52.

[2] 佐久間 他：第 79 回応用物理学会秋季学術講演会（2018 年 9 月），18p-PB3-77

[3] X. Yang et al., Appl. Surf. Sci., <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.157756>