

転写プロセス改良を通じた MoS₂ の歪制御

Strain Modulation of MoS₂ by Tuning the Transfer Process

産総研¹, [○]岡田 光博¹, 沖川 侑揮¹, 山田 貴壽¹

AIST¹, [○]Mitsuhiro Okada¹, Yuki Okigawa¹, Takatoshi Yamada¹

E-mail: mi.okada@aist.go.jp

キャリア移動度増加のため、歪を印加する手法は半導体の一般的な技術として知られている[1]。ポスト Si 材料候補として注目を集めている MoS₂ はじめ遷移金属ダイカルコゲナイドでも歪印加による移動度増加が報告されている [2]。しかし、遷移金属ダイカルコゲナイドの表面は化学結合がないため、安定に歪を維持することが困難である。本研究では、CVD 法により合成した MoS₂ のウェット転写手法を改良することで、安定に歪を印加する方法を見出したので報告する。

図 1 に、プロセスの概要を示す。SiO₂/Si 基板上に CVD 法で合成した MoS₂ 上に PMMA をスピコートし、KOH 水溶液に浮かべた。SiO₂/Si 基板から PMMA/MoS₂ 膜を剥離後、純水でのリンスを複数回行って別の SiO₂/Si 基板で掬い上げた。試料を自然乾燥させた後、30 分間の真空加熱乾燥を行った。この加熱乾燥の条件が歪印加の鍵であると考え、本研究では加熱温度を室温(真空保管のみ)、50°C、160°C の 3 条件とした。Raman スペクトルの E' および A'₁ ピーク位置のシフトから歪やキャリア密度変化が評価できる[3]。各試料に印加された歪を、Raman マッピングによる E' および A'₁ ピーク位置のシフトで評価した。

図 2 に、各条件で真空加熱乾燥が終わった段階における ($\omega_{E'}$, $\omega_{A'_1}$) プロットを示す。キャリア密度は試料間で大きな変化はなかった。歪については、室温の結果を基準として、50°C 加熱では ~0.2% の圧縮歪が、160°C 加熱では ~0.3% の引張歪が印加されていることが明らかとなった。50°C 加熱では、PMMA の軟化により MoS₂ の形状変化とそれに伴う残留歪や皺の緩和が起こり、引張歪が解消されたと考えられる。また 160°C 加熱では、PMMA の熱膨張に伴い、MoS₂ 側に歪が印加された状態で MoS₂/基板の密着性が向上したことで、引張歪が印加されたと考えられる。転写プロセスの制御による歪印加は、今後 MoS₂ デバイスの実用化において着目すべき点である。

[1] S. E. Thompson *et al.*, *IEEE Electron Dev. Lett.*, **25**, 191 (2004). [2] M. Hosseini *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **48**, 375104 (2015). [3] A.-Y. Lu *et al.*, *Adv. Mater.*, **34**, 2202911 (2022).

【謝辞】本研究は日本学術振興会科学研究費(若手)22K14570 の支援を受けて実施された。

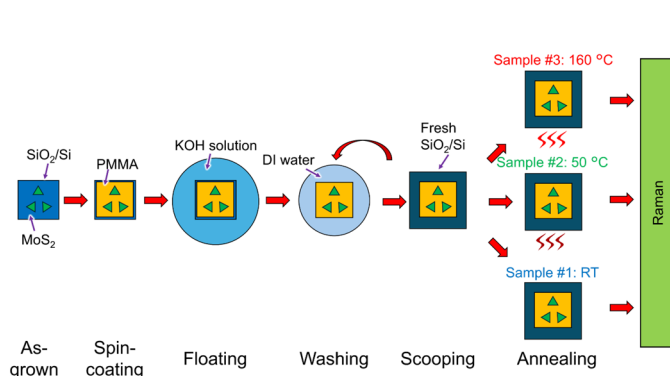


Figure 1. A schematic of the transfer process.

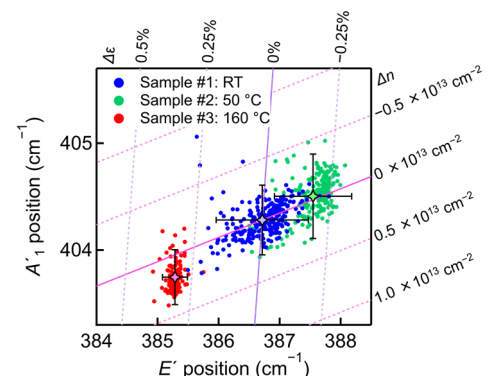


Figure 2. ($\omega_{E'}$, $\omega_{A'_1}$) plot of MoS₂ with various annealing conditions. Stars are the mean of the data.