

硫黄雰囲気硫化プロセスによるスパッタMoS₂薄膜のキャリア密度低減

○松浦賢太郎¹・大橋匠¹・宗田伊理也¹・石原聖也²
・角嶋邦之¹・筒井一生¹・小椋厚志²・若林整¹

¹東京工業大学・²明治大学

近年、稀有な電気特性と光特性から遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)に注目が集まり、3次元集積回路やフレキシブルデバイス、光電子工学などへの応用が期待されている。一方で、層状構造を有するMoS₂は薄膜領域において高移動度 (~ 700 cm²/V·s) や柔軟性、光透過性などの固有の特性を有している[1,2]。MoS₂膜の成膜にはこれまで剥離法とCVD法が広く用いられているが、どちらの手法もそれぞれ不純物制御性と大面積製膜に課題がある。そこで我々はクリーンな条件で大面積成膜できることを期待し、MoS₂単結晶を用いたRFマグネトロンスパッタリング法を成膜方法として選択した[3]。しかし、スパッタリング法で成膜したMoS₂薄膜のS/Mo比をXPSによって調査した結果、硫黄の欠損が発生していることを確認した。このMoS₂膜中の硫黄欠損はドーパントとして作用し、n-typeキャリア密度を増加させデプレッションモードでの動作を招くことや硫黄欠損がトラップになることが報告されており[4,5]、高精度なデバイス特性の制御性確保の点からスパッタMoS₂薄膜を硫化し、硫黄を補填することは非常に重要である。そこで硫化の方法として硫黄雰囲気中での硫化プロセスを採用した。この手法では硫黄粉末が蒸発させ、そのガスをアルゴンガスで運び、MoS₂薄膜と反応させる。本研究では硫化プロセスにおける圧力と温度特性をラマン分光法とXPSから評価し、減圧高温化で硫化を促進させ、その結果としてキャリア密度を1.8 x 10¹⁶ cm⁻³まで低減することに成功したため報告する[6]。

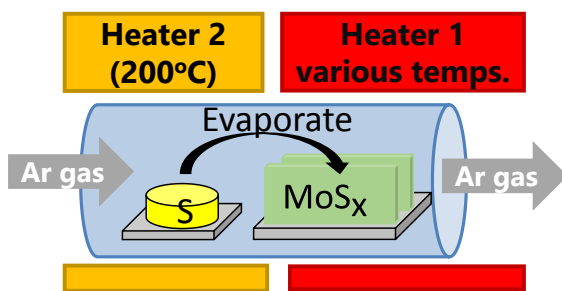


Fig.1 Schematic diagrams of sulfur powder annealing

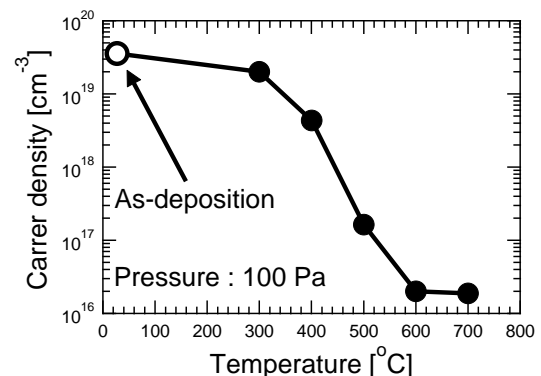


Fig. 2 Carrier Density at 100 Pa. Carrier density decrease as temperature increases

- [1] H. Wang, *et al.*, IEDM, 4.6 (2012) 88-91.
- [2] S. Das, *et al.*, Nano Lett. 13, 100 (2013).
- [3] T. Ohashi, *et al.*, JJAP., 54, 4s, (2015).
- [4] C.-P. Lu, *et al.*, Nano Lett. 14, 8, 4628 (2014).
- [5] S. Tongay, *et al.*, Sci. Rep. 3, 2657 (2013)
- [6] K. Matsuura, *et al.*, SISC, 3.6 (2016)

Corresponding Author: K. Matsuura : E-mail: matsuura.k.ac@m.titech.ac.jp.

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP26105014 の助成および、JST の CREST と COI の支援を受けたものである。