

DC バイアス印加した共スパッタ法による $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ の コンビナトリアル成膜

Combinatorial film deposition of $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ by co-sputtering
with applying DC bias

○橋本 侑祐¹, 石原 聖也^{1,3}, 日比野 祐介^{1,3}, 小柳 有矢¹, 山崎 浩多¹,
若林 整², 小椋 厚志¹ (¹明治大, ²東工大, ³学振特別研究員)

○Y. Hashimoto¹, S. Ishihara^{1,3}, Y. Hibino^{1,3}, Y. Oyanagi¹, K. Yamazaki¹,
H. Wakabayashi², and A. Ogura¹

(¹Meiji Univ., ²Tokyo Tech, ³JSPS Research Fellow)

E-mail: ee51035@meiji.ac.jp

背景: $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ は、遷移金属ダイカルコゲナイドに属する MoS_2 と WS_2 の混晶半導体であり、W 濃度(x)を調整することでバンドギャップ(E_g)を制御できる。我々は共スパッタ法を用いて $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ の作製を試みた。共スパッタ法は RF パワーの調整で容易に原料供給量を制御することが可能である。また、基板ターゲット間距離の調整によっても W 濃度を制御可能であり、多条件 $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ 同時成膜の達成が期待される。本研究では、DC バイアス印加した共スパッタ法を用いて $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ を作製し、結晶性及び E_g を評価した。

実験: RF マグネトロンスパッタ法を用いて、24.9 cm の間隔で配置した MoS_2 及び WS_2 ターゲットをそれぞれ RF パワー100 W で共スパッタし、 SiO_2 基板上に 600 s 堆積させた。スパッタ時、硫黄欠損を抑制するため[1]、基板に+60 V の DC バイアスを印加した。スパッタ条件は、アルゴン分圧 0.12 Pa、基板温度 250 °C で行った。基板は MoS_2 ターゲット中心からの水平距離 1.45~21.01 cm に配置した。XPS 評価により、Mo-S 及び W-S 結合を確認した。Mo3d、W4f、S2p 各ピークの面積比を求めることで、W 濃度 x 及び硫黄濃度 S/(Mo+W)を決定した。分光エリプソメトリーから得た消衰係数 k を用いて E_g を算出した。

結果: Fig. 1 に W 濃度 x の基板ターゲット間距離依存を示す。基板ターゲット間距離の調整により、理論曲線通りに W 濃度が制御されていることが分かる。また、S/(Mo+W)は 2.0 以上であり、硫黄欠損が抑制されていることが確認された。Fig. 2 に E_g の W 濃度依存を示す。作製した $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ の E_g は MoS_2 や WS_2 のバルクの文献値 1.2, 1.35 eV に比べ全体的に大きいことがわかる[2][3]。これは粒径が小さいことから量子効果が働いていることによると考えられる。また先行研究では W 濃度が増加するにしたがって正のボーイングを伴いながら E_g が変化すると報告されているが[4]、本研究では負のボーイングパラメータを示した。これは粒径が基板ターゲット間距離に依存している可能性が考えられる。追加熱処理(PDA)後は

粒径が増大したことで量子効果が抑制され、全体的に E_g が低くなった。また試料間の粒径のばらつきが少なくなったことで、負のボーイングが抑制された。

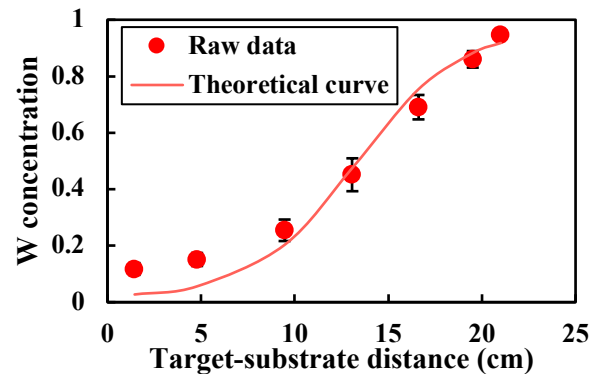


Fig.1 W concentration dependent Target-substrate distance.

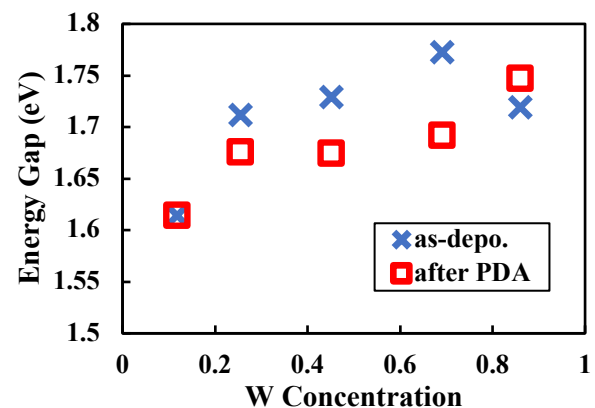


Fig.2 bandgap energy of as-deposited and post-deposition annealed $\text{Mo}_{1-x}\text{W}_x\text{S}_2$ films dependent W Concentration.

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 16J11377、18J22879 及び JST CREST JPMJCR16F4 の支援を受けたものである。

参考文献:

- [1] Y. Hibino, *et al.*, ECS Transactions **85**, 531 (2018).
- [2] G. L. Frey, *et al.*, Phys. Rev. B **57**, 6666 (1998).
- [3] A. Kuc, *et al.*, Phys. Rev. B **83**, 245213 (2011).
- [4] Z. Wang, *et al.*, Sci. Rep. **6**, 21536 (2016).