コンビナトリアル成膜手法によって作製した $Mo_{(1-x)}W_xS_2$ 混晶の評価

Evaluation of $Mo_{(1-x)}W_xS$ fabricated by combinatorial film deposition

°橋本　侑祐 [1], 石橋　啓次 [2], 日比野　祐介 [1,4], 山﨑　浩多 [1], 若林　整 [3], 小椋　厚志 [1,5]
([1] 明治大, [2] 株式会社コメット, [3] 東工大, [4] 学振特別研究員, [5] 明大 MREL)
°Y. Hashimoto[1], K. Ishibashi[2], Y. Hibino[1,4], K. Yamazaki,[1] H. Wakabayashi[3], and A. Ogura[1,5]
([1]Meiji Univ., [2]COMET, [3]Tokyo Tech, [4]JSPS Research Fellow, [5]MREL)
E-mail: ce191047@meiji.ac.jp

背景：$Mo_{(1-x)}W_xS_2$ は、TMD(遷移金属ダイカルコゲナイド)を代表する MoS_2 と WS_2 の混晶半導体であり、W 濃度 x を変化させることで結晶構造や光学特性を変調可能である[1]。我々はマグネトロンスパッタ法を用いて 1 試料面内に濃度を 100%変化させるコンビナトリアル成膜を行なった。コンビナトリアル成膜は異なる濃度に対して選択的に評価が行えるため、効率的な手法である。本研究では各濃度領域に対して評価を行い、$Mo_{(1-x)}W_xS_2$ の膜構造や結晶性について議論した。

実験：MoS_2 ターゲットと WS_2 ターゲットをスパッタし、マスクを制御するコンビナトリアル成膜手法で連続組成傾斜膜を作製した。成膜時の基板温度は 150℃、圧力は 0.3 Pa、MoS_2 と WS_2 ターゲットへの印加 RF パワーはそれぞれ 80W, 50W とし、時間を制御することにより膜厚を 100 nm に調整した。基板は SiO_2 を使用し、成膜領域は 23×23 mm で両端 1.5 mm がそれぞれ 100%組成となっている。XPS 評価より、各領域において Mo-S 結合と W-S 結合を確認した。Mo3d、W4f、S2p のピーク面積比を求めることで W 濃度 x 及び硫黄金属比 S/(Mo+W)を算出した。

結果：図 1 に圧力 0.3 Pa、基板温度 150℃で作製した試料における W 濃度 x の試料面内分布を示す。試料面内において、おおよそ線形的に W 濃度 x を制御できていることがわかる。また、硫黄金属比は化学量論比を達成しており、硫黄欠損は確認されなかった。図 2 に XRD 測定を用いて得られた $Mo_{(1-x)}W_xS_2$ の 002 回折プロファイルを示す。X 線の入射側スリットの線幅を考慮した結果、1 測定点の W 濃度幅は 10~25%となっている。試料両端の W 濃度領域ではそれぞれ MoS_2, WS_2 由来のピークが確認された[2][3]。また、W 濃度 x の上昇に伴いピーク位置が変調しており、中心の濃度領域は $Mo_{(1-x)}W_xS_2$ の結晶構造由来のピークであると考えられる。

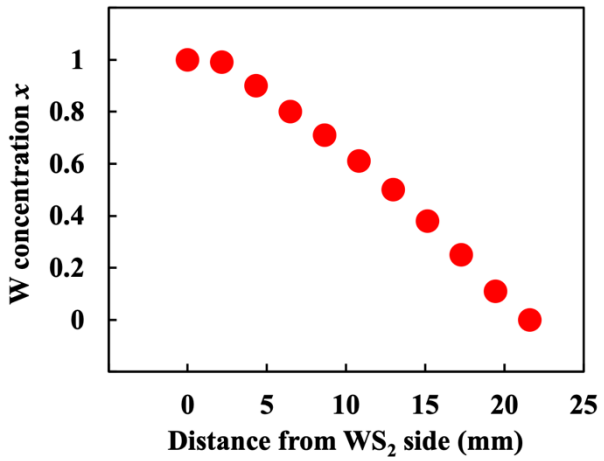

Fig.1 Region of sample dependent W concentration x.

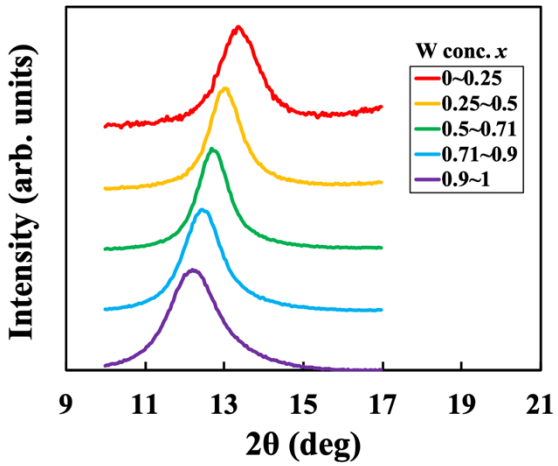

Fig.2 Lattice constant of $Mo_{(1-x)}W_xS_2$ with different W concentration x.

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] 橋本, 他, 第 66 回春応物, 11a-W521-10, (2018)
[2] Xin Li, et al., Nano Lett. , 15, 5268-5272, (2015)
[3] S. P. Rodrigues, et al., Surface & Coatings Tech., 378, 125033, (2019)

© 2021年 応用物理学会