

Cold wall 中 H₂S アニールによる PVD-MoS₂ 膜残留硫黄抑制Suppression of residual sulfur in PVD-MoS₂ films by cold wall annealing with H₂S°松永 尚樹¹, 堀 敦², 若林 整²¹School of Engineering and ²Institute of Innovative Research, Institute of Science Tokyo

E-mail: matsunaga.n.6e78@m.isct.ac.jp

【背景】 MoS₂ は遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC)の一つであり、次世代半導体チャネル材料としての応用が期待されている。工業応用を視野に入れた成膜手法として、ウェハースケールで均質な膜が成膜可能なスパッタリング法が注目されている[1]。しかし、スパッタリング法で成膜した MoS₂ 膜は化学量論的組成から外れることが課題となっている。この問題に対し、硫黄粉末を用いた気相硫黄雰囲気下アニール(SVA)による結晶性改善[2]が行われているが(Figure 1 (a))、蒸気圧の低い硫黄粉末では残留硫黄が電気特性に影響を及ぼす可能性が懸念される。

本研究では、硫黄粉末と比較して高い蒸気圧を持つ硫化水素(H₂S)ガスを用いた Cold wall アニールを行い、S 2p 軌道における化学結合状態を評価した。

【方法】 2層を想定して RF マグネトロンスパッタリング法で成膜した MoS₂ 膜を、それぞれ硫黄粉末と H₂S ガスを用いたチャンバー(Figure 1 (b))に導入し、アニールを行った。その後、XPS 測定により、化学結合状態を評価した。

【結果】 Figure 2 に、スパッタ成膜後、および硫黄粉末と H₂S を用いたアニール処理後の MoS₂ 膜の S 2p 軌道の XPS スペクトラを示す。図より、SVA 処理では S-S 結合に由来するピークが確認された。一方で、Cold wall H₂S アニール処理では S-S 結合に由来するピークが確認されず、残留硫黄が抑制され、より効果的に硫黄が補填できたことがわかった。

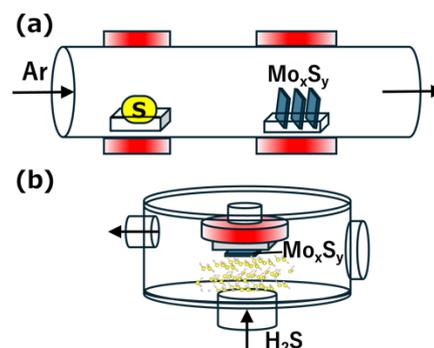


Figure 1: Schematic diagrams of (a) SVA and (b) cold wall H₂S anneal chambers respectively.

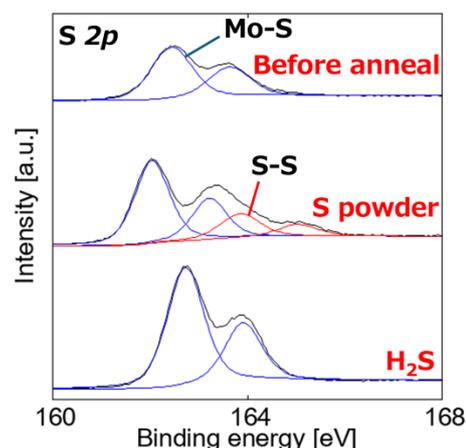


Figure 2: XPS spectra of S 2p orbitals for PVD-MoS₂ films before and after annealing treatment.

【謝辞】 本研究は、文部科学省次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業 (JPJ011438)、および JSPS 科研費 (20H05880)、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム (JPMJSP2106)の助成を受け、文部科学省先端研究基盤共用促進事業 (JPMXS0420900521)で共用された機器を利用した成果である。また、文部科学省の卓越大学院プログラム (TAC-MI) から得られた有益な知識が本研究の遂行に貢献したことを記す。

参考文献

- [1] Matsunaga, Naoki, et al., IEEE Journal of the Electron Devices Society (2024).
- [2] Imai, Shinya, et al., Japanese Journal of Applied Physics 60.SB (2021): SBBH10.