

液体前駆体を用いた ALD 法による二硫化タングステン薄膜成長 (3)

Thin film growth of tungsten disulfide by ALD using liquid precursors (3)

埼玉大院理工 ○池田 幸弘, 上野 啓司

Saitama Univ. ○Yukihiro Ikeda and Keiji Ueno

E-mail: y.ikeda.583@ms.saitama-u.ac.jp

【序論】金属を M (M = Mo, W), カルコゲンを Ch (Ch = S, Se, Te)とした時, 組成式 MCh_2 で表される層状物質である 6 族遷移金属ダイカルコゲナイドは, その多くがバンドギャップを持ち, 低消費電力 FET 等の素子応用を目指した研究が幅広く行われている. それらの中で, 本研究では二硫化タングステン WS_2 の薄膜成長を, 比較的安全な液体前駆体を用いた原子層堆積(ALD)法により試みている. 前回^[1]に引き続き, 今回は成長基板による影響について報告する.

【実験】 WS_2 の ALD 成長では, W 前駆体として $(t-BuN)_2W(NMe_2)_2$, S 前駆体として $(t-C_4H_9)_2S_2$ を用いた. ALD 装置は前回の報告と同一である. W, S 各前駆体容器は $80^\circ C$ と $60^\circ C$ に, 配管系は $140^\circ C$ に加熱した. 予め洗浄とオゾン処理を施した 285 nm 酸化膜付 $p^{++}Si$ 基板 (あるいは c 面サファイア基板, マイカ基板) を ALD 成長炉に入れ, $400^\circ C$ に加熱した後 ALD サイクルを開始し, WS_2 薄膜を堆積した. ALD サイクルは, W 前駆体パルス供給(300 ms), S 前駆体パルス供給(900 ms), 真空引き(10000 ms), Ar + H_2 パージ(500 ms), 真空引き(25000 ms)の条件で, 250 サイクル行った. また確実に二つの前駆体を基板上に堆積させ, お互いを反応させるために, 前駆体パルス供給中, そして供給後 25 秒間は真空排気を閉じた. ALD サイクルが終了した後, 全装置を常温まで自然放冷し, 基板を取り出した. 得られた WS_2 薄膜は, 光学顕微鏡, 顕微ラマン分光, 原子間力顕微鏡及び X 線光電子分光(XPS)により評価した.

【結果・考察】得られた薄膜のラマンスペクトルを Fig.

1 に示す. SiO_2/Si 基板上の薄膜において 353 cm^{-1} と 417 cm^{-1} にピークが観測され, 既報告^[2]の WS_2 単結晶膜の $2LA(M)/E^{12g}$ モードと A_{1g} モードと一致している. また c 面サファイア基板とマイカ基板においても同様の位置にピークが観測された. それぞれの基板上の薄膜の W 4f 内殻励起 XPS スペクトルを Fig. 2 に示す. ピーク解析から, SiO_2/Si 基板とマイカ基板上で単一の化学状態であったが, サファイア基板上では複数成分存在しているということがわかった.

[1] 2018 年 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-P6-63.

[2] Q. V. Le et al., *Phys. Stat. Solidi RRL*, 2014, **8**, 390.

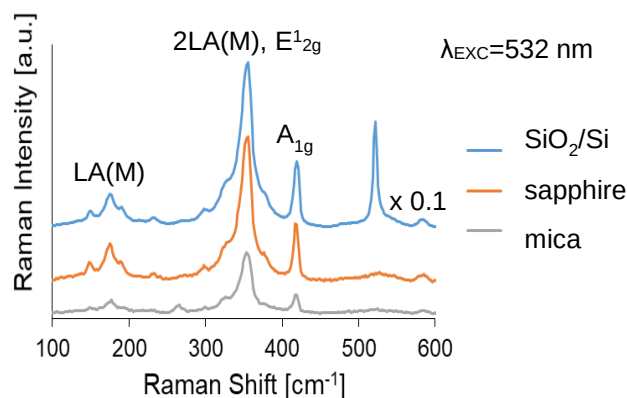


Fig. 1 Raman spectra of WS_2 films grown by ALD on different substrates.

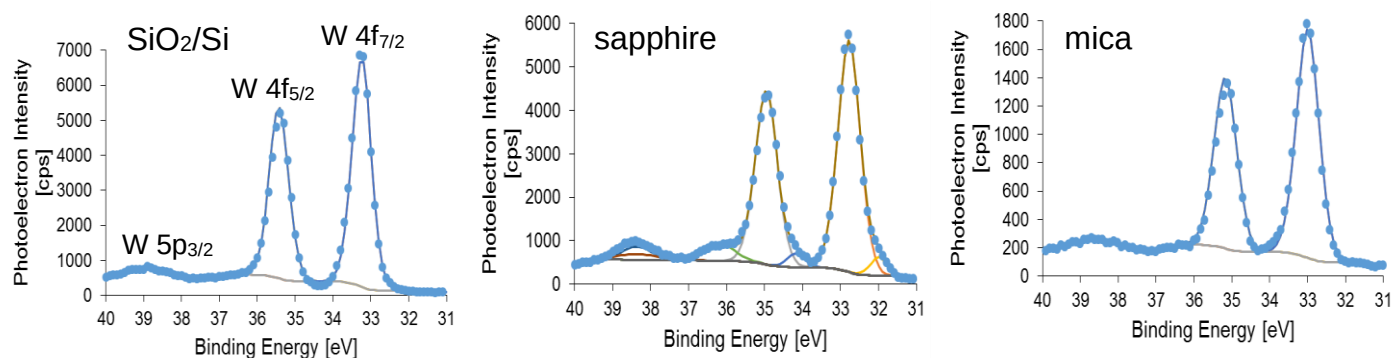


Fig. 2 W 4f core excitation XPS spectra of WS_2 films grown by ALD on different substrates.