

結晶性二硫化タングステン薄膜の低温成長

Thin film growth of crystalline tungsten disulfide at a low temperature

埼玉大院理工 ○齋藤 修士, 上野 啓司*

Saitama Univ. ○Shuji Saito and Keiji Ueno*

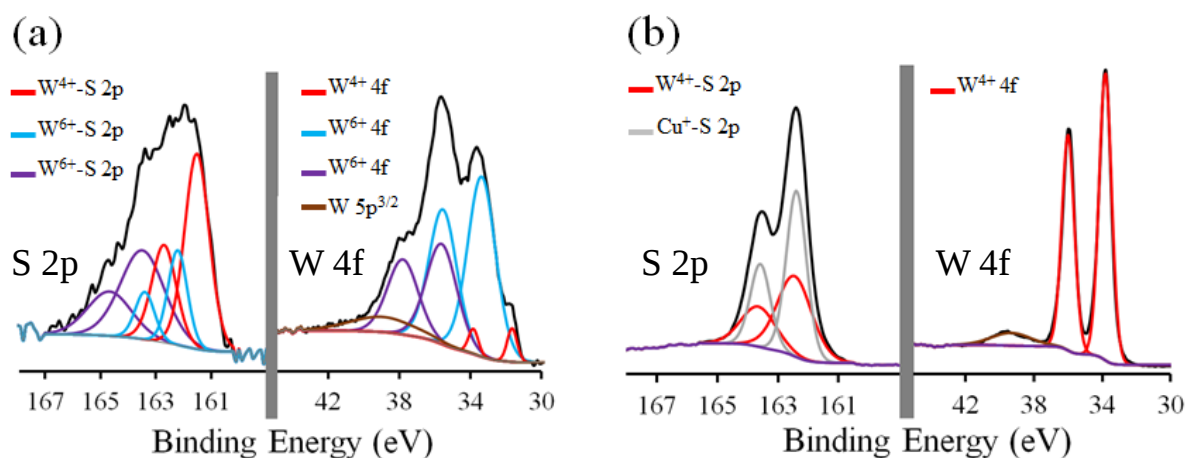
*E-mail: kei@chem.saitama-u.ac.jp

【序論】6 族遷移金属ダイカルコゲナイドの1つである二硫化タングステン(WS_2)は、バンドギャップを持つ半導体層状物質である。原子層堆積法(ALD)による WS_2 の薄膜成長においては、薄膜を成長させる基板表面に微細な金属膜を堆積させることで、膜成長が促進されることが報告されている^[1]。本研究では基板表面に堆積させる金属膜の種類を変え、それぞれの条件で得た WS_2 薄膜を比較することで、成長基板上の金属膜が WS_2 薄膜成長に与える影響の検証を試みた。

【実験】 WS_2 の ALD 成長では、W 前駆体として $(t\text{-BuN})_2\text{W}(\text{NMe}_2)_2$ 、S 前駆体として $(t\text{-C}_4\text{H}_9)_2\text{S}_2$ を用いた。ALD 装置は既報告と同一である^[1]。W、S 各前駆体容器は 80°C と 60°C に、配管系は $80\sim 140^\circ\text{C}$ に加熱した。予め Ar スパッタリングにより微細な金属膜(Al, Ti, Cr, Ni, Cu, Ag, Pt, Au)を堆積させた 285 nm 酸化膜付 $p^+ \text{Si}$ 基板を ALD 成長炉に入れ、 300°C まで加熱した後 ALD サイクルを開始した。ALD サイクル終了後は装置全体を常温まで自然放冷し、基板を取り出した。金属膜を堆積していない基板に対しても、同様にして ALD 成長を行った。得られた薄膜は、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】Fig.1 は、ALD 成膜後測定した W 4f 内殻励起スペクトルと、S 2p 内殻励起スペクトルを示しており、(a)が Au 膜上、(b)が Cu 膜上での測定結果である。Au 膜上の W 4f の測定結果では、 31.8 eV と 34.0 eV に既報告^[2]の WS_2 と一致するピークが見られるほか、硫化しきっていない W 前駆体由来のピークや酸化物由来のピークなどが確認された。また Au 膜上の S 2p の測定結果でも、 161.5 eV と 162.7 eV の WS_2 に対応するピークの他に、S 前駆体由来するとみられるピークが確認され、膜内に不純物を多く含んでいることが分かる。一方 Cu 膜上での W 4f の測定結果からは、 33.8 eV と 36.0 eV に WS_2 と一致するピークのみが確認できた。S 2p の測定結果についても、 WS_2 に対応するピークと、 Cu_2S 由来^[3]のピークが確認されるのみであった。これらのことから、Cu 膜は Au 膜と比べて WS_2 薄膜の成長を促進し、より良質で不純物の少ない WS_2 薄膜の成膜を可能にすることが示唆された。

【参考文献】

[1] Y. Ikeda and K. Ueno, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) SCCC04.[2] Hanjie Yang et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **13** (2021) 43115-43122.[3] Yecheng Li et al., *Prog. Nat. Sci.: Mater. Int.* **22** (2012) 585-591.Fig.1 XPS spectra of S 2p and W 4f peaks for WS_2 on (a) Au and (b) Cu.