

原子層堆積法を用いた結晶性二硫化モリブデンの領域選択成長

Area-selective growth of crystalline molybdenum disulfide by atomic layer deposition

埼玉大院理工 °山田 真矢、上野 啓司*

Saitama Univ. °Shinya Yamada and Keiji Ueno*

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

【序論】 二硫化モリブデン(MoS_2)は、その電気的特性が注目されるようになって以来、デバイス応用に向けた研究が盛んに行われてきた。 MoS_2 薄膜を成長させる手法の一つとして、原子層堆積法(ALD)が挙げられる。ALD 法は、膜厚制御性に優れた、大面積製膜が可能な優れた手法である。さらに近年では、デバイス作製プロセスにおける薄膜汚染の防止を狙いとして、ALD 法を用いた領域選択成長の実現に向けた研究が行われている。そこで本研究では、ALD 法を用いて MoS_2 薄膜成長を行い、スパッタリングによる基板修飾とアニーリングを利用することで、結晶性 MoS_2 薄膜の領域選択的な成長が実現可能か検証した。

【実験】 ALD 法による MoS_2 薄膜成長では、基板として SiO_2/Si ウエハーを用いた。また、基板の一部にスパッタリングにより Cu を堆積させた。この基板を石英ボートに乗せ、ALD 装置に導入した。 Mo 前駆体として、 $(t\text{-BuN})_2\text{Mo}(\text{NMe}_2)_2$ を、 S 前駆体として $(t\text{-C}_4\text{H}_9)_2\text{S}_2$ を用意し、それぞれ 65°C 及び 60°C に加熱した。また ALD 成長炉は 250°C に加熱した。この加熱状態を 1 時間保った後、ALD サイクルを開始した。サイクル終了後、全ての加熱を停止させ自然放冷し、基板を取り出した。次いで、製膜試料を S 蒸気中において 20 分間 800°C でアニールした。試料は X 線光電子分光(XPS)、ラマン分光により評価した。

【結果・考察】 ALD 成長した試料の、 $\text{S } 2p$ 及び $\text{Mo } 3d$ 内殻励起 XPS スペクトルを Fig. 1 に示す。スパッタ Cu 膜上でのみ、 163 eV 、 162 eV 付近にピークが観測され、これらは S^{2-} の存在を示唆する⁽¹⁾。また、 232 eV 、 229 eV 及び 236 eV 、 233 eV 付近に観測されたピークは、 Mo^{4+} 及び Mo^{6+} の存在をそれぞれ示唆している⁽¹⁾。 Mo^{4+} 、 S^{2-} 両方の存在が Cu 膜上でのみ確認できることから、 Cu をスパッタした領域においてのみ MoS_2 が選択的に成長していると考えられる。また、アニールすると各ピーク強度は減少する傾向にあるが、これは未反応前駆体などの不純物が除去されたためであり、 Mo^{4+} の存在比率は向上していることから、膜の組成比が向上したと考えられる。次に、アニール前後の Cu 膜上におけるラマンスペクトルを Fig. 2 に示す。アニール後では 379 cm^{-1} と 406 cm^{-1} にピークが観測されるようになり、これらのピークはそれぞれ既報告⁽¹⁾ の MoS_2 の E_{2g}^1 モードと A_{1g} モードに一致する。以上の結果から、スパッタリングによる基板修飾とアニーリングにより、結晶性 MoS_2 を領域選択的に成長できることが分かった。

【参考文献】 (1) Tamie A. J. Loh and Daniel H. C. Chua, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2014**, 6, 15966–15971.

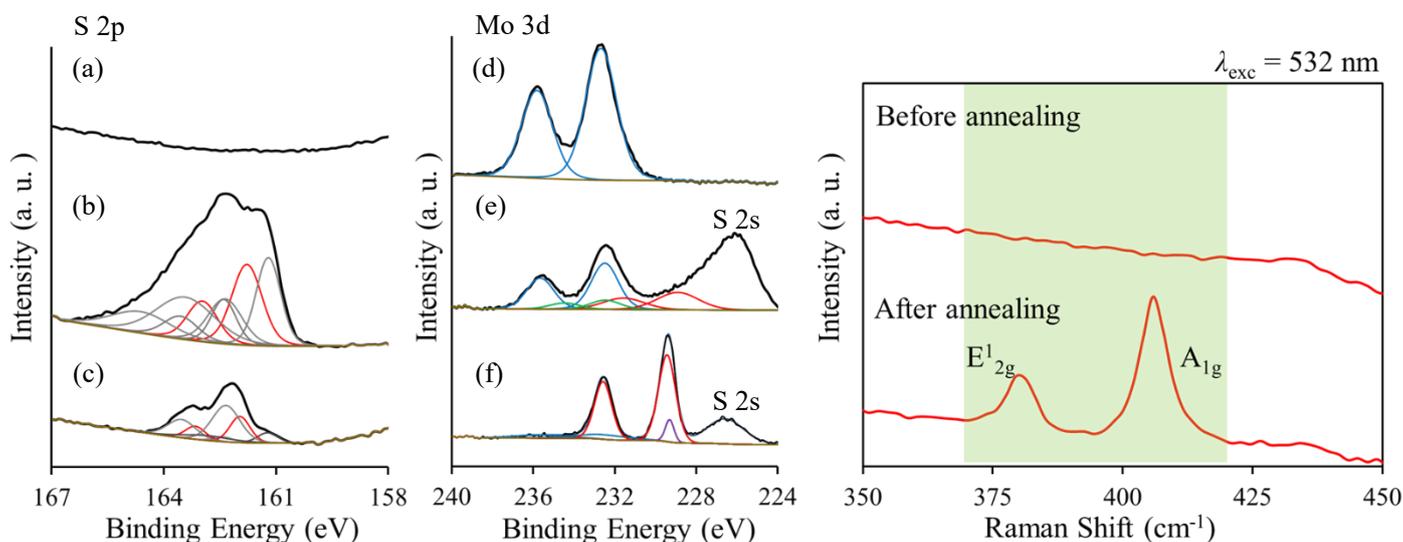


Fig. 1 S 2p and Mo 3d core level excitation XPS spectra of MoS_2 thin films; (a,d) on SiO_2/Si , (b,e) on Cu before annealing, and (c,f) on Cu after annealing.

Fig. 2 Raman spectra of the MoS_2 film on Cu before and after annealing.