

#### 4 配位固体モリブデン前駆体を用いた二硫化モリブデン薄膜の原子層堆積成長

##### Atomic layer deposition growth of molybdenum disulfide thin films

##### using tetra-coordinated solid molybdenum precursor

埼玉大院理工 ○中山 皓太, リム ホンエン, \*上野 啓司

Saitama Univ. ○Kota Nakayama, Hong En Lim, \*Keiji Ueno

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

二硫化モリブデン ( $\text{MoS}_2$ ) は、その優れた電気的特性が注目され、デバイス応用に向けた研究が盛んに行われている。 $\text{MoS}_2$ 薄膜の成長手法として、原子層堆積 (ALD) 法が挙げられる。ALD法は、高い均一性、優れた被覆性、層数制御が可能、および化学気相成長法と比較して低温成膜が可能であるといった点から、優れた成膜手法として注目されている。本研究では、反応性の高い4配位固体モリブデン前駆体を用いたALD法により、 $200^\circ\text{C}$ で $\text{MoS}_2$ 薄膜の成長を試みたが、結晶性 $\text{MoS}_2$ の成長は確認できなかった。そこで、1回のALDサイクル中における硫黄 (S) 前駆体の供給回数、およびALDサイクル数を調整することで、 $\text{MoS}_2$ 薄膜の結晶性向上を試みた。

ALD法による $\text{MoS}_2$ 薄膜成長では、まず $\text{SiO}_2/\text{p}^+\text{Si}$ 基板を洗浄後、ALD装置に導入した。Mo前駆体 $\text{Mo}(\text{NMe}_2)_4$ を $60^\circ\text{C}$ 、S前駆体 $(t\text{-C}_4\text{H}_9)_2\text{S}_2$ を $60^\circ\text{C}$ 、ALD成長炉を $200^\circ\text{C}$ に加熱し、ALDサイクルを開始した。ALDサイクル終了後、装置全体を自然放冷し、基板を取り出した。試料の評価には、光学顕微鏡、ラマン分光、原子間力顕微鏡、X線光電子分光を用いた。

Fig. 1 (a)にALD 1サイクル中のS前駆体の供給回数を変化させた試料の各ラマンスペクトルを示す。S前駆体を3回供給した試料では、 $\text{MoS}_2$ の面外振動モード $A_{1g}$ と一致する $410\text{ cm}^{-1}$ 付近にピークが現れた。次にS前駆体を1サイクル中に3回供給し、ALDサイクルを100および200サイクル行った試料のラマンスペクトルをFig. 1 (b)に示す。200サイクルの試料では $A_{1g}$ に加え、面内振動モード $E_{2g}^1$ に対応する $380\text{ cm}^{-1}$ 付近にもピークが現れた。これらの結果より、 $200^\circ\text{C}$ の低温条件でもS前駆体の複数回供給により結晶性 $\text{MoS}_2$ 薄膜の成長が可能であることと、サイクル数を増やすことで、結晶性をさらに向上させることが可能であることがわかった。

[1] Changgu Lee *et al.*, *ACS Nano*, 2010, 4, 2695–2700.

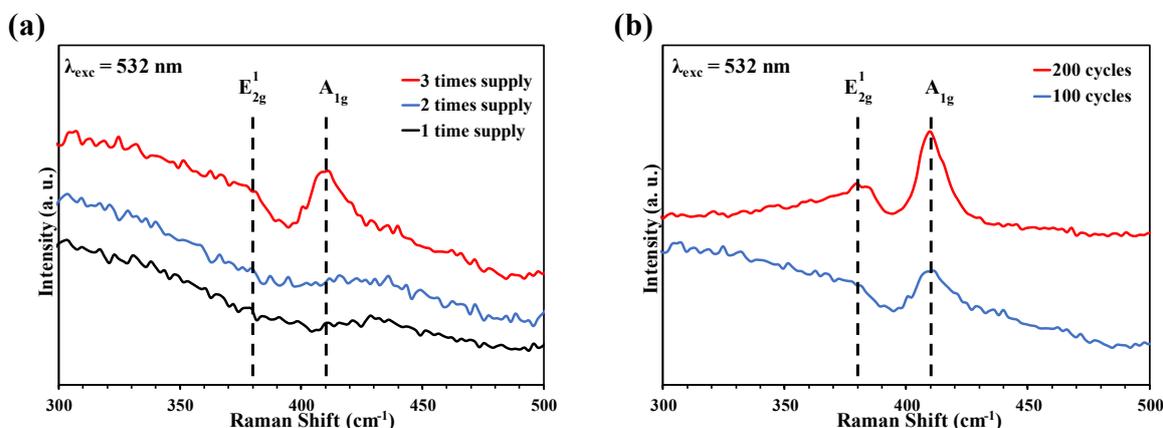


Fig. 1 Changes of Raman spectra: (a) for number of S precursor supply times per one ALD cycle, (b) for number of ALD cycles.