

# プラズマ処理を用いたMoS<sub>2</sub>薄膜の硫黄欠陥形成と酸素結合の影響 Sulfur Defect Formation in MoS<sub>2</sub> Thin Film Using Plasma Treatment and Effect of Oxygen Bonding

浅田 柊哉, 荻野 明久  
ASADA Shuya, OGINO Akihisa

静岡大学大学院総合科学技術研究科  
Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

## 1. 背景と目的

二次元層状遷移金属ジカルコゲナイド材料のひとつである二硫化モリブデン(MoS<sub>2</sub>)の基底面における硫黄欠陥は、フェルミエネルギーの遷移を引き起こし、半導体極性の調整を可能とする。また、硫黄欠陥は高い活性を持ち大気中の酸素が結合することにより、電荷移動が起き電子特性に変化が表れてくる。本研究では熱CVD法で合成したMoS<sub>2</sub>に水素プラズマを照射することで、基底面上に硫黄欠陥を形成し酸素結合の影響を評価した。

## 2. 実験方法

アルゴンガスを充填した反応炉内で酸化モリブデン(MoO<sub>3</sub>)および硫黄(S)を気化させ、加熱したSiO<sub>2</sub>/Si基板上に多層MoS<sub>2</sub>を合成した。合成したMoS<sub>2</sub>膜にマイクロ波電力500Wとしてマイクロ波励起水素プラズマ(ガス圧:9 Pa)を照射してXPSやPL法などにより評価した。

## 3. 結果と考察

図1はMoS<sub>2</sub>薄膜に水素プラズマ照射した時のXPSスペクトルの時間変化を示す。照射時間増加に伴って、MoO<sub>3</sub>ピークが表れてきている。これは高い活性を持つ硫黄欠陥に大気中の酸素が結合したため考えられる。また、定量分析によるS/Mo比は減少しており、硫黄欠陥が形成されていることを示している。加えて、3つのMoS<sub>2</sub>ピークが低エネルギー側にシフトしている。これは硫黄欠陥によるアクセプターとしての作用と、欠陥での酸素結合による電荷移動が起きたことにより、フェルミエネルギーが価電子帯側に遷移したためと考えられる。

図2はMoS<sub>2</sub>薄膜に水素プラズマ照射した時のPLスペクトルの時間変化を示す。照射時間増加に伴って、ピーク強度は低下している。これは、硫黄欠陥密度の増加によるものと考えられる。またプラズマを10秒間照射した試料では高波

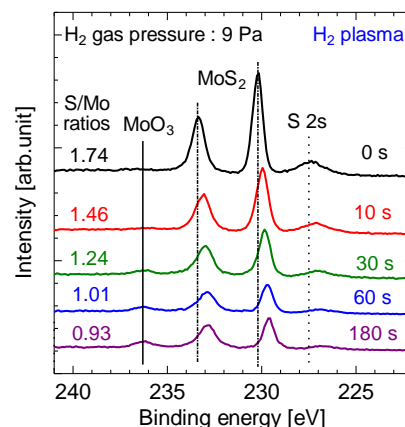


Fig.1. XPS spectra in Mo 3d region of H<sub>2</sub> plasma treated MoS<sub>2</sub> films

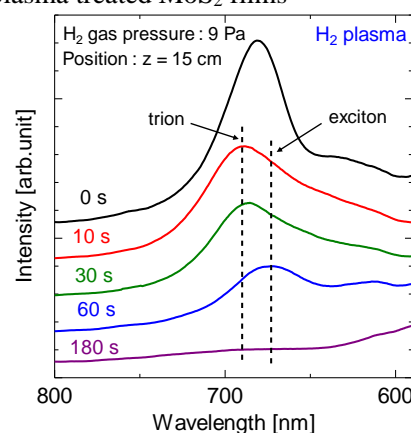


Fig.2. PL spectra of H<sub>2</sub> plasma treated MoS<sub>2</sub> films

長側にシフトしており、これは伝導帯の下に形成された浅い欠陥準位の電子と価電子帯の正孔による再結合に起因<sup>[1]</sup>していると考えられる。一方で、30秒照射以降は低波長側にシフトしている。これは結合した酸素への電荷移動が起き、トリオンから励起子への変換が起きた結果によるもの<sup>[2]</sup>と考えられる。

## 参考文献 :

- [1] M. S. Kim, *et. al.*, Thin Solid Films 590, 318-323(2015).
- [2] Haiyan. N, *et. al.*, ACS Nano 8, 6, 5738-5745 (2014).