

# マイクロ波プラズマを用いた単層 MoS<sub>2</sub> の硫黄欠陥形成におけるイオン照射量の影響

## Effect of Ion Dose on Sulfur Defect Formation in Monolayer MoS<sub>2</sub>

### Using Microwave Plasma

静大院工 °浅田 柊哉, 荻野 明久

Shizuoka Univ. °Shuya Asada, Akihisa Ogino

E-mail: asada.shuya.16@shizuoka.ac.jp

【はじめに】二硫化モリブデン(MoS<sub>2</sub>)は二次元層状半導体材料で、次世代の電子デバイスへの応用が期待されている。MoS<sub>2</sub>の硫黄欠陥は高い触媒活性を持つことから、水素発生反応において重要になってくる。また、硫黄欠陥形成や硫黄を他の元素に置換することで、ドーピング効果が期待できる。低温プラズマ処理は制御性と選択性に優れており、硫黄欠陥形成や元素ドーピングに有効な手法と考えられる。しかし、高エネルギーイオンはスパッタリングにより分子構造の乱れを引き起こし、MoS<sub>2</sub>膜の特性劣化に繋がる。本研究では、プラズマ処理における処理時間と試料位置を調整してイオン照射量を変化させ、硫黄欠陥形成への影響を調べた。

【実験方法】Ar ガス(ガス圧 : 1 kPa)を充填した反応炉内で硫黄 S 及び MoO<sub>3</sub>を気化させ、700 °C に加熱した SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に単層 MoS<sub>2</sub>を合成した。合成した単層 MoS<sub>2</sub>にマイクロ波励起水素プラズマ(ガス圧 : 15 Pa)を照射し、XPS、フォトルミネセンス(PL)およびラマン分光法により膜構造を解析した。このプラズマ処理と解析では、処理時間  $t$  と試料位置  $z$  を調節してイオン照射量を変化させ、硫黄欠陥形成への影響を調べた。

【結果と考察】図 1 はプラズマ処理における  $t$  および  $z$  の一方を固定し他方を変えて、イオン照射量を変化させたときの MoS<sub>2</sub> の S/Mo 原子組成比を示す。両者ともイオン照射量が増加すると S/Mo 比が減少し欠陥が形成されたが、イオン照射量が  $2.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  以上のとき、 $z$  を固定したときの S/Mo 比は  $t$  を固定したときよりも小さくなった。このことから  $z$  を固定したとき、イオン照射量が増加するとラジカルによる硫黄脱離の影響が表れ始めたと考えられる。図 2 はイオン照射量を  $2.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  以下で MoS<sub>2</sub> をプラズマ処理したときの PL スペクトルを示す。未処理の MoS<sub>2</sub> と比較して、イオン照射量が増加すると A 励起子と B 励起子の比率 B/A は 0 から 0.23 に増加した。これは欠陥形成により A 励起子発光が起きる価電子帯付近に欠陥準位が形成され、高速な非放射再結合が起きたためと考えられる<sup>[1]</sup>。また、A 励起子と A'-トリオンの比率 A'/A は 0.58 から 0.14 に減少した。これは欠陥への原子吸着によって電荷移動が起き MoS<sub>2</sub> の電子キャリア密度が低下したためと考えられる。

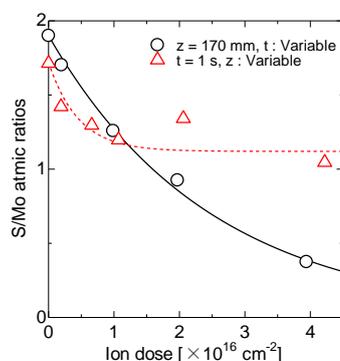


Fig 1. S/Mo atomic ratios of H<sub>2</sub> plasma treated MoS<sub>2</sub>

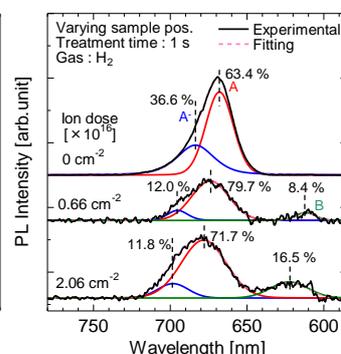


Fig 2. PL spectra of H<sub>2</sub> plasma treated MoS<sub>2</sub>

【参考文献】 [1] R. Kaupmees, *et. al.*, Phys. Status Solidi B **256**, 1800384 (2019).