

有機溶液処理による二硫化モリブデンのトポロジカル相転移の検討

Investigation of topological phase transformation of MoS₂ with organic solution

阪府大院工¹, °松山 圭吾¹, 福井 暁人¹, 吉村 武¹, 藤村 紀文¹, 桐谷 乃輔¹

Osaka Pref. Univ.¹, ° K. Matsuyama¹, A. Fukui¹, T. Yoshimura¹, N. Fujimura¹, and D. Kiriya¹

E-mail: kiriya@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】層状無機半導体である二硫化モリブデン (MoS₂) は、近年トポロジカル物性に伴う非散逸なエッジ伝導が示唆され、量子物性やデバイスの側面から注目を集めている[1]。MoS₂がトポロジカル物性を発現するためには、半導体相 (1H 相) から金属相 (1T 相)、そしてトポロジカル相 (1T' 相) へと2度の相転移を経る必要がある (図1)。1H 相から 1T 相への転移間では高いエネルギー障壁 (~0.5 eV/atom) が存在し、エネルギー印加によって転移が誘起される[2]。1T 相は熱力学的に不安定であるため、格子歪みを伴い緩和することで準安定な 1T' 相へと転移する。よって、高エネルギー印加と準安定相の安定化の双方を達成できる手法の確立が要求される。さらに、トポロジカルデバイスの実現には、均質で大面積な試料作成が重要となる。本研究では、活性ガス曝露と、強い電子供与能を持つ benzyl viologen (BV) 溶液処理を併用したスケーラブルな手法によって、MoS₂ の 1T' 相への状態転移およびその安定化を試みたので報告する。

【実験方法及び結果】シリコン基板上に剥離した単層および2層の MoS₂ のラマン分光の測定結果を図2に示す。活性ガス曝露と電子注入能を有する酸化還元活性分子 **BV**⁰ (0 価の BV 分子) を処理したサンプルにおいて、オリジナルのスペクトルに対して明確なスペクトルの変化を観測した。特に、150 cm⁻¹ から 350 cm⁻¹ の領域にかけて、1T' 相への転移の特徴である J₁, J₂, J₃ の3ピークが単層および2層で確認した (図2a, c)。また、E' および A' のピーク強度の減少は、1H 相からの転移に起因すると考えられる (図2b, d)。

【まとめ】活性ガスと BV 溶液処理を施した単層および2層の MoS₂ において、1T' 相への転移が示唆された。発表当日は、本処理により得られた 1T' 相について、転移のメカニズムや待機安定性や、電気伝導の観点からより詳細に議論する。

【参考文献】 [1] Science, 2014, 336, 1344–1347. [2] Phys. Rev. B, 2017, 96, 165305.

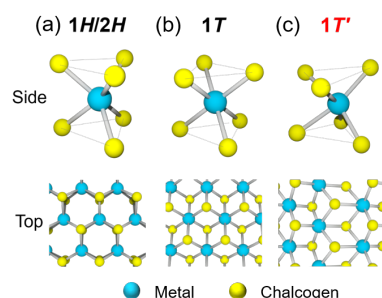


Fig. 1 Lattice structures of (a) semiconducting 1H, (b) metallic 1T, and (c) metastable 1T' phases of the monolayer MoS₂. Blue spheres, molybdenum; yellow spheres, sulfur.

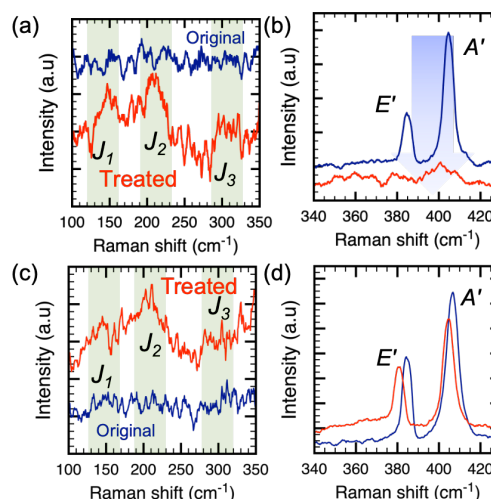


Fig. 2 Raman spectra for the monolayer (a, b) and bilayer (c, d) MoS₂ with the activated gas and BV molecules.