

クラウンエーテル錯体による単層 MoS₂ への高安定な電子ドーピング

Air-stable electron doping of monolayer MoS₂ by crown-ether complexes



都立大理¹, 京都工繊大工学², 名大工³, 富士通研⁴, 産総研⁵

○(DC) 小倉 宏斗¹, 金田 賢彦¹, 中西 勇介¹, 野々口 斐之², 蒲 江³, 大淵 真理⁴,
入沢 寿史⁵, 林 宏恩¹, 遠藤 尚彦¹, 柳 和宏¹, 竹延 大志³, 宮田 耕充¹

TMU¹, Kyoto Inst. of Tech.², Nagoya Univ.³, Fujitsu Lab.⁴, AIST⁵

○(DC) H. Ogura¹, M. Kaneda², Y. Nakanishi, Y. Nonoguchi², J. Pu³, M. Ohfuchi⁴, T. Irisawa⁵,

H. E. Lim¹, T. Endo¹, K. Yanagi¹, T. Takenobu³, Y. Miyata¹

E-mail: ogura-hiroto@ed.tmu.ac.jp

原子層半導体である遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)は、その二次元構造に由来する特異な物性やデバイス応用の観点から注目を集めている。TMDC の電気伝導特性の制御に向け、化学ドーピングによる電荷移動は有効な手法として研究されてきた[1, 2]。しかしながら、ドーピングの効率や安定性が低いことが課題となっている。この課題を解決するため、我々はクラウンエーテル錯体を用いた電子ドーピングに着目した。この方法では、カーボンナノチューブに対して非常に安定な電子ドーピングが可能である[3]。本研究では、このクラウンエーテル錯体を用いて、単層 MoS₂ への電子ドーピングについて検証してきた[4]。

化学気相成長法で合成した単層 MoS₂[5]に対し、KOH/ベンゾ-18-クラウン-6 のブタノール溶液をスピコートすることで電子ドーピングを行った(Fig. 1a)。MoS₂ の電界効果トランジスタの伝達特性は、ドーピング濃度の増加に伴いオン電流が増加し、縮退 n 型半導体的な挙動を示した(Fig. 1b)。この特性は大気中で約一月程度の間ほとんど変化せず、半年後も電子ドーピングの効果が観測された(Fig. 1c)。ホール効果より電子密度は $3.4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ と見積もられ、電気抵抗の金属的な温度依存性も見られた。これらの結果は、本手法による TMDC への電子ドーピングの有用性を示しており、トンネルトランジスタ等の電子デバイス応用に向けた重要な基盤技術となると期待される。

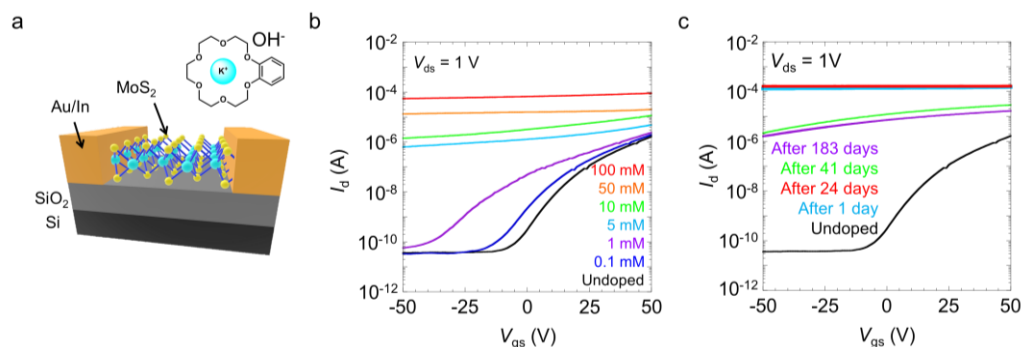


Figure 1 (a) Schematic illustration of the MoS₂ FET and benzo-18-crown-6 with K⁺ ion. (b) Transfer curves of the pristine and doped MoS₂ at different dopant concentrations. (c) Transfer curves of the device before and after doping at 100 mM monitored over 183 days.

- [1] D. Kiriya *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, **139**, 7853 (2014). [2] H. G. Ji *et al.*, *Adv. Mater.*, **31**, 1903613 (2019).
[3] Y. Nonoguchi *et al.*, *Adv. Funct. Mater.*, **26**, 3021 (2016). [4] H. Ogura *et al.*, *Nanoscale*, **13**, 8784-8789 (2021). [5] K. Kojima *et al.*, *Nanoscale*, **11** 12798 (2019).