

電気二重層ドーピングによる金属/MoS₂ 接合における接触抵抗の低減 Reduction of contact resistances in metal/MoS₂ junction by electric double layer doping

名大工¹, 都立大理² ○(M1) 湊川 郁也¹, 森 順哉¹, 遠藤 尚彦², 宮田 耕充², 竹延 大志¹

Nagoya Univ.¹, Tokyo Metropolitan Univ.²,

○Fumiya Minatogawa¹, J. Mori¹, T. Endo², Y. Miyata², T. Takenobu¹

E-mail: takenobu@nagoya-u.jp

遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) 単層膜は究極の二次元半導体として期待されるが、接触抵抗の低減が将来の実用化に向けた大きな課題である [1,2]。一般的に、接触抵抗 (R_c) の低減は不純物ドーピングにより行うが、二次元構造に起因するイオン化エネルギーの増大が TMDC 単層膜におけるドーピングを困難にしている [3]。そこで我々は、電解質を用いた電気二重層ドーピングに着目した。これまで本手法は、物性研究にのみ用いられ、我々が知る限り接触抵抗の低減を目指した報告はない。重要な点として、本手法において TMDC 単層膜に対する $10^{14}/\text{cm}^2$ を超える高密度なドーピングが既に実現されており[4]、新たな R_c 低減手法としての可能性を秘めている。本研究では、本手法による R_c 減少の確認と抵抗変化のメカニズム解明に挑戦した。

サイズが大きく四端子電極の作製が比較的容易なため、化学気相成長法を用いて合成された MoS₂ 単層膜を用いた。MoS₂ 単層膜は dry 転写法により SiO₂ 基板へ転写し、電解質には PS-PMMA-PS によりゲル化させたイオン液体である DEME-TFSI を、電極材料には Ni/Au を用いた。特に、TMDC と電極の相対位置が与える影響も評価するため非対称な構造を作製し (Fig. 1)、四端子電極により TMDC の抵抗率および R_c の評価を行った。Fig. 2 に示すように、TMDC の抵抗率および R_c はドーピングにより約 $1/10^3$ に減少し、電気二重層ドーピングが金属電極/TMDC 間の R_c 低減に極めて効果的なことが明らかとなった。発表では、非対称な構造により得られた接触抵抗の結果に基づき、電気二重層ドーピングにおける R_c 低減のメカニズムを考察する。

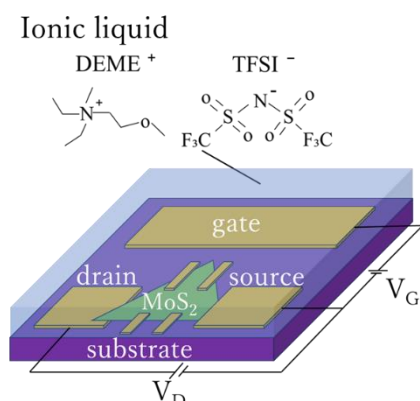


Fig. 1 Device and ionic liquid structures

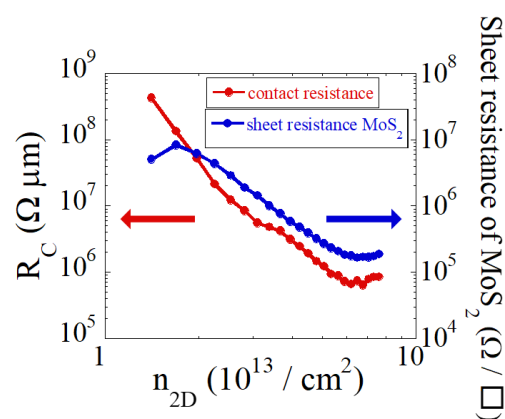


Fig. 2 Contact resistance and sheet resistance of MoS₂ vs carrier density n_{2D}

[1] P. -C. Shen *et al.*, Nature, 593, 211 (2021).,

[2] W. H. Chang *et al.*, Adv. Electron. Mater., 9, 2201091 (2023).,

[3] H. Gao *et al.*, Nano Lett. 20, 4095 (2020)., [4] H. Ou *et al.*, Phys. Rev. Mater., 6, 064005 (2022).