

二硫化タングスタムの酸化による 2D-FET 用ゲート誘電体の検討

Investigation of Gate Dielectric for 2D-FETs by Oxidized Tantalum Disulfide

信州大学¹, 信州大 先端材料研² ○竹内 颯¹, 浦上 法之^{1,2}, 橋本 佳男^{1,2}

Shinshu Univ.¹, Shinshu Univ. RISM², °Hayate Takeuchi¹, Noriyuki Urakami^{1,2}, Yoshio Hashimoto^{1,2}

E-mail: urakami@shinshu-u.ac.jp

遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDCs)の一つである二硫化タングスタム(1T-TaS₂)は結晶中の電荷が波状に分布した状態である電荷密度波(CDW)を呈し、室温において結晶に電圧を印加することによって CDW の NC 相から IC 相への転移に起因した抵抗値の急峻かつ可逆的な変化を生じるため、スイッチング素子への応用が期待される。先行研究では、二硫化モリブデン(MoS₂)をチャンネルに用いたバックゲート型 FET のソース側に 1T-TaS₂ を接続した素子[1]によってスイッチング特性の向上が報告されている。一方で 1T-TaS₂ の熱酸化によって high-*k* 誘電体である Ta 酸化物を合成し、これをバックゲート並びにトップゲート絶縁膜として応用した MoS₂ チャンネル FET[2]も報告されている。この Ta 酸化膜の導入によって、1T-TaS₂・層状半導体複合素子の更なる特性向上が実現するものと期待される。本報告では、1T-TaS₂・層状半導体複合素子の構築を目標とし、その初期段階としての熱酸化膜によるバックゲート型 MoS₂ チャンネル FET の作製と FET 特性の検証、およびプラズマ処理による 1T-TaS₂ の酸化について報告する。

Ta 酸化膜は大気中で 300 °C ・3 h 加熱することによって得た[2]。酸化は Raman スペクトルにおける 1T-TaS₂ の振動モードを示唆する 75 cm⁻¹ 及び 250 cm⁻¹ 付近のピークが消失したことによって判断した。図 1 に酸化前後の Raman スペクトルを示す。また、1T-TaS₂ に対してガス流量 40 mL/min、高周波出力 100 W、20 min の O₂ プラズマ処理を行ったところ、図 1 中に示すようにピークの消失が確認できた。この結果は酸化膜の合成が熱酸化のみならずプラズマ処理によっても可能であるということを示唆している。

SiO₂/Si 基板上のグラファイトの上に 1T-TaS₂ を転写した状態で熱酸化を行い、その後下部のグラファイトと Ta 酸化膜の重なる領域に MoS₂ 結晶を転写し、フォトリソグラフィ及び電子線蒸着により Ti / Au 電極を形成した。図 2 に Ta 酸化膜によるバックゲート FET と、パリレンをゲート絶縁膜として用いたトップゲート FET の伝達特性をそれぞれ示す。ゲート電圧に対する電流値の変化は Ta 酸化膜がより顕著であり、優れたスイッチング特性を示しているものと判断される。

参考文献

- [1] B. Grisafe, and *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 142101 (2018).
- [2] B. Chamlagain, and *et al.*, 2D Mater. **4**, 031002 (2017).

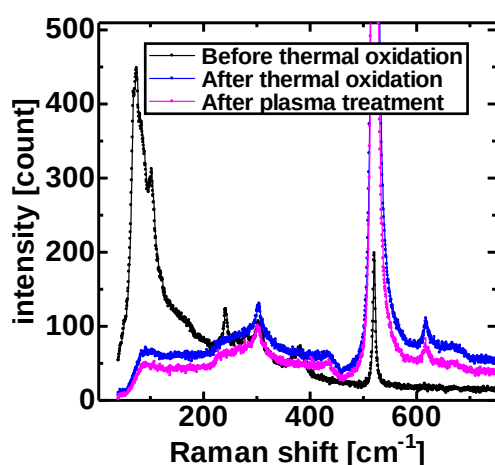


Fig. 1. Raman spectra of 1T-TaS₂ before and after oxidation.

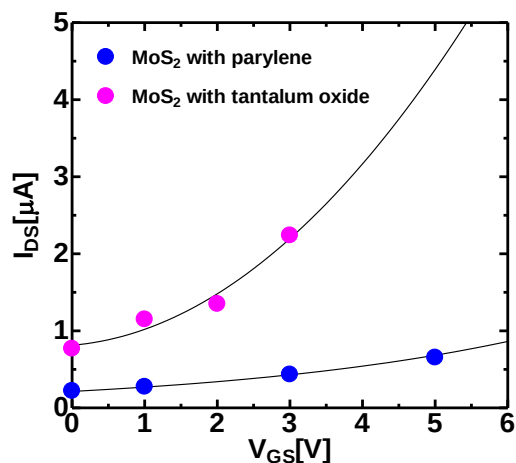


Fig. 2. Transfer characteristics of MoS₂-FET with parylene, and tantalum oxide gate dielectrics.