

正の閾値電圧の Metal-Top-Gate/High-k/スパッタ MoS₂ の蓄積容量特性 Accumulation-Capacitance Characteristics of Metal-Top-Gate/High-k/Sputtered-MoS₂ with Positive Threshold Voltage

東工大, °谷川晴紀, 松浦賢太郎, 宗田伊理也, 星井拓也, 角嶋邦之, 筒井一生, 若林整

Tokyo Tech, °Haruki Tanigawa, K. Matsuura, I. Muneta, T. Hoshii,

K. Kakushima, K. Tsutsui and H. Wakabayashi, E-mail: tanigawa.h.ab@m.titech.ac.jp

【背景】バンドギャップを有し、薄膜領域で比較的高い移動度を示す MoS₂ 膜は MISFET 応用が期待されているが[1]、汚染[2]や硫黄欠陥[3]による高いキャリア密度によってノーマリーオン動作、つまり負の閾値電圧を持つことが課題に挙げられる。我々はスパッタリング法によるクリーンな MoS₂ 膜堆積[4]と硫化プロセス[5]により、MoS₂ 膜のキャリア密度を低減し、蓄積動作のノーマリーオフ MISFETs 実証に成功している [6]。本研究では、Metal-Top-Gate/High-k/スパッタリング MoS₂ 膜のゲートスタックにおける容量特性について報告する。

【方法】SiO₂/Si 基板上にスパッタリング法で MoS₂ 膜を 2.7 nm 堆積し、700°C、60 分間の硫化プロセスを実施した。ALD 法で Al₂O₃ 膜を 16.4 nm 堆積[7]後、50-nm TiN ゲート電極をスパッタとリフトオフで形成した。PMA(Post Metallization Annealing)として、フォーミングガス(3%-H₂ in N₂)雰囲気中で 300°C、30 分間のアニールを行った後、銀ペーストで MoS₂ 膜へのコンタクトを形成し MISCAP を作製した。

【結果】Fig. 1 に C-V 測定の結果を示す。周波数 100 kHz および 10 kHz 時に n 型 MoS₂ の蓄積領域の電界効果を確認した。蓄積領域における周波数分散は MoS₂ 膜中チャンネルへの S/D オフセット寄生抵抗や Ag/MoS₂ 界面のコンタクト抵抗が高いことが原因であると考えられる [8]。また他機関の C-V 測定では負の閾値電圧を持つことに対して、本デバイスでは蓄積状態

に至る閾値電圧 V_{th} が正の値(約 0.2 V@10 kHz、約 0.9 V@100 kHz) になることを確認した。スパッタリング法により低キャリア濃度の MoS₂ を成膜できている結果であると考えており、今後 C-V 特性の詳細な解析を進める予定である。

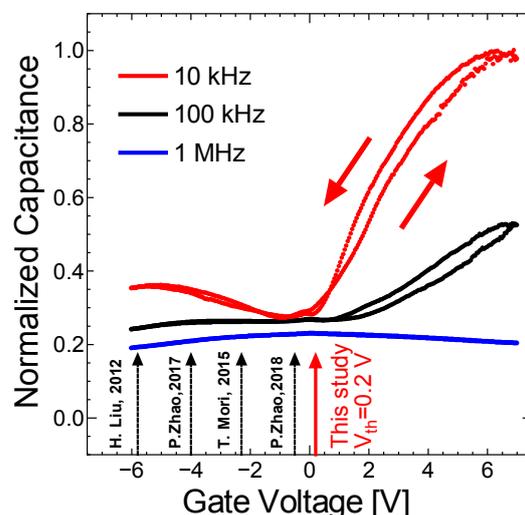


Fig. 1: C-V curves of top-gated sputtered-MoS₂ MISCAP comparing to reported V_{th} values[9-12].

【謝辞】一部は JST CREST (JPMJCR16F4)と COI (JPMJCE1309)の助成を受けた。

【参考文献】

- [1] B. Radisavljevic, *et al.*, Nat. Nanotech. 6, 147, (2011).
- [2] K. Dolui, *et al.*, Phys. Rev. B 88, 075420, (2013).
- [3] C.-P. Lu, *et al.*, Nano Lett. 14, 8, (2014).
- [4] T. Ohashi, *et al.*, JJAP 54, 04DN08, (2015).
- [5] K. Matsuura, *et al.*, JEM, 47, 7, (2018).
- [6] K. Matsuura, *et al.*, IWJT, S1-3, (2019).
- [7] 谷川, 他, 第 78 回秋季応物, 7p-C11-9, (2017).
- [8] M. Schmidt, *et al.*, Sol. Elect. 53, 1246, (2009).
- [9] H. Liu, *et al.*, Elect. Dev. Lett. 33, 546, (2012).
- [10] T. Mori, *et al.*, IEEE-NANO, (2015).
- [11] P. Zhao, *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces 9, 24348-24356, (2017).
- [12] P. Zhao, *et al.*, 2D Mater. 5, 031002, (2018).