

原子層堆積 (ALD) 法を用いた $\text{La}_2\text{O}_3/\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ 界面特性の向上 Improvement of $\text{La}_2\text{O}_3/\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ interface property using atomic-layer-deposition

東工大フロンティア研¹, 東工大総理工²

○大嶺 洋¹, Darius Zade¹, 鈴木 佑哉¹, 角嶋 邦之², Parhat Ahmet¹, 片岡 好則², 西山 彰²,
杉井 信之², 筒井 一生², 服部 健雄¹, 名取 研二¹, 岩井 洋¹

FRC, Tokyo Tech.¹, IGSSE, Tokyo Tech.²,

○H. Oomine¹, D. Zade¹, Y. Suzuki¹, K. Kakushima¹, P. Ahmet¹, Y. Kataoka¹, A. Nishiyama¹,
N. Sugii², K. Tsutsui², T. Hattori¹, K. Natori¹, and H. Iwai²

E-mail: oomine.h.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】今後 Si-CMOS 技術の物理的限界に近づくに伴い、高移動度チャネル材料である $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ は high-k 材料と組み合わせた high-k/ $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ MOS キャパシタは次世代 MISFET の候補である。従来の研究により高い誘電率($k \sim 27$)を有する La_2O_3 は、適切なゲート構造によって適切な酸素供給が実現され、良好な界面特性が得られることがわかっている[1]。これまで、量産に適した ALD 法で Al_2O_3 より低い界面準位の報告は少ない。今回、ALD 法にて適正な条件により $\text{La}_2\text{O}_3/\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ 界面で低い界面準位が得られたので報告する

【実験方法】 $n\text{-In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ ($N_D: 2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$) を InP 基板にエピタキシャル成長させた基板を用いた。HF (20%) を用いて基板洗浄を行った後 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ で表面処理を行った。その後、原料として $\text{La}(\text{C}_3\text{H}_7\text{-C}_3\text{H}_4)_3$ (以下 $\text{La}(\text{PrCp})_3$) と TMA を用いて ALD 法により 140°C で La_2O_3 を 80 cycle、 230°C で Al_2O_3 を 50 cycle の膜厚で成膜し、*in-situ* で RF スパッタリング法を用いて電極を TiN (45nm)/W (5nm) 堆積させた。最後に裏面 Al 電極を蒸着法で堆積させ、FG ($\text{N}_2:\text{H}_2 = 97:3\%$) 雰囲気中にて熱処理 (PMA) を行い、電気特性を評価した。

【結果】Fig. 1 に $\text{La}_2\text{O}_3/\text{InGaAs}$ の C-V 特性を示す。CET = 4.3 nm かつ反転層容量が抑えられ良好な C-V 特性が得られていることがわかる。Fig. 2 に ALD 法で成膜した Al_2O_3 と La_2O_3 の界面準位密度 D_{it} をコンダクタンス法で計算した結果を示す。Fig. 2 によれば、 La_2O_3 は PMA 温度が 420°C まで $D_{it} \sim 4.5 \times 10^{11} \text{eV}^{-1}\text{cm}^{-2}$ と Al_2O_3 より低いことがわかる。以上から $\text{La}(\text{PrCp})_3$ を用いた La_2O_3 絶縁膜は適正な条件により TMA を用いた Al_2O_3 より低い界面準位が得られ、 La_2O_3 は界面層を必要とせず、良好な界面特性が得られると示唆される。

【謝辞】本研究は総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムによる日本学術振興会の支援を受けて実施されたものです。

【参考文献】 [1] D. Zade, et al., SSDM (2012) pp24

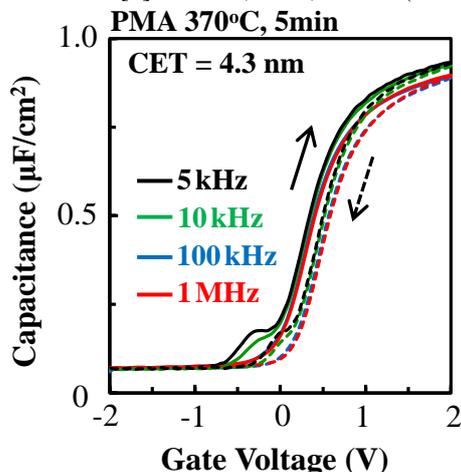


Fig 1. C-V characteristics of TiN/W/ La_2O_3 (80 cycle)/InGaAs capacitor after PMA in F.G at 370°C .

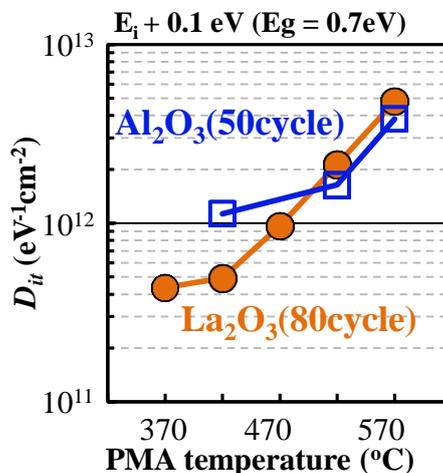


Fig 2. D_{it} values at 0.1eV as a function of PMA temperature for the $\text{La}_2\text{O}_3/\text{InGaAs}$ and the $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InGaAs}$ Capacitors.