

全固体電気二重層をゲートとした InGaZnO トランジスタの作製と動作検証

Investigation of InGaZnO Transistors with Solid-State Electric Double Layer as a Gate

奈良先端大, [○]渡邊 佳孝, 浅野 哲也, 藤井 茉美, Juan Paolo Bermundo, 石河 泰明,
浦岡 行治, 足立 秀明

Nara Institute of Science and Technology, [○]Yoshitaka Watanabe, Testuya Asano, Mami Fujii,
Juan Paolo Bermundo, Yasuaki Ishikawa, Yukiharu Uraoka, Hideaki Adachi

E-mail: watanabe.yoshitaka.wo2@ms.naist.jp

1. 研究背景・目的

イオン伝導体を半導体に接触させた界面では分子スケールの電気二重層 (Electric Double Layer、EDL) を形成することにより、強電界の発生や高密度な電荷の蓄積が可能であることが知られている。近年、EDL を利用した電子デバイスの研究がますます盛んになっており、従来の半導体デバイスでは得られなかったユニークな機能を有するデバイスが実現されつつある。イオンを制御する技術を電子デバイスに応用するこのような考え方はイオントロニクスと呼ばれ、中でも電気二重層トランジスタ (Electric-Double-Layer-Transistor, EDLT) は先駆的に研究が行われている。EDLT においては、MISFET (Metal-Insulator-Semiconductor Field effect transistor) のゲート絶縁膜をイオン液体等のイオン伝導体で置換し界面に EDL を形成する。それにより、チャネルに誘起できる電荷密度を通常の MISFET に比べて桁違いに高めることが可能で、省電力な TFT の実現が期待できる。本研究では、非晶質 InGaZnO (a-IGZO) トランジスタのゲート絶縁膜にペロブスカイト型酸化バリウムイオン伝導体を用いた全固体 EDLT を作製し、その構造解析とトランジスタ特性について検証を行った。

2. 実験方法

まず、SrTiO₃ (STO) 基板上にゲート電極となる SrRuO₃ (SRO) を 650°C で 90 nm、ゲート電解質として La_{2/3-x}Li_{3x}TiO₃ (LLTO) を 850°C で 300 nm、パルスレーザー堆積法 (PLD) により成膜した。次に RF マグネトロンスパッタによりチャネルとなる a-IGZO (2:2:1:7) を室温で 70 nm 成膜し、最後に電子ビーム蒸着により Pt / Mo 電極を形成した。SRO、LLTO、a-IGZO はメタルマスク、Pt / Mo 電極はフォトリソグラフィによりパターンニングを行った。また、電極形成後に 300°C で O₂ アニールを 2 時間行った。

3. 結果・考察

Fig.1、Fig.2 に作製した全固体 EDLT の電気的特性を評価した結果を示す。IGZO/LLTO TFT において典型的な伝達特性、出力特性が確認でき、+0.7~+1.8V の領域では IGZO/SiO₂ TFT よりも高い on 電流を観測した。閾値、S 値においても IGZO/SiO₂ TFT に比べ向上しており、IGZO/LLTO 界面における電気二重層の効果が反映されていると考える。今後はインピーダンス測定等により IGZO/LLTO 界面を解析し、電気二重層の形成が on 電流増加に寄与しているか分析を進める。

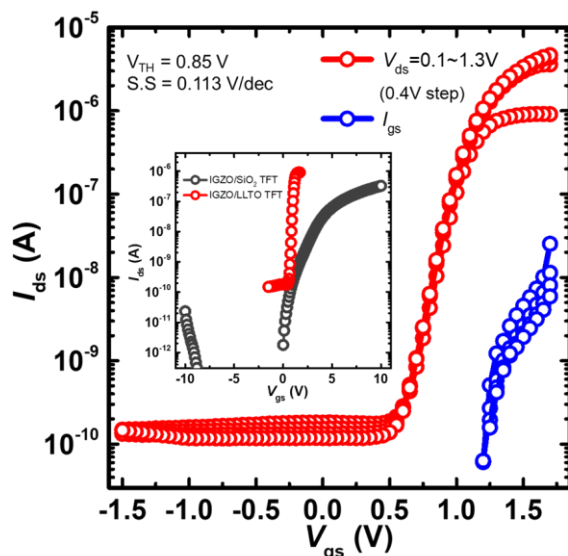


Fig. 1 Transfer characteristics of IGZO / LLTO TFT

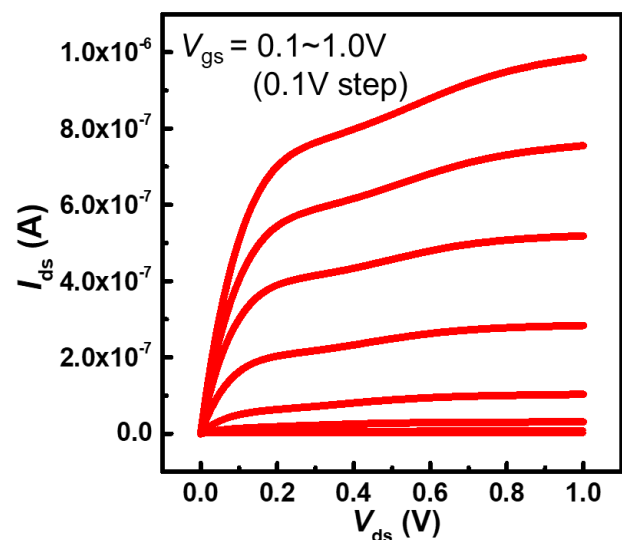


Fig. 2 Output characteristics of IGZO / LLTO TFT