

水素ドーパアモルファス酸化ガリウムを用いた薄膜トランジスタ

Thin film transistor using hydrogen-doped a-Ga-O

東工大フロ研¹, 東工大元素² ○加藤昭宏¹, 笠井悠莉華¹, 井手啓介¹, 片瀬貴義¹,

平松 秀典^{1,2}, 細野 秀雄^{1,2}, 神谷 利夫^{1,2}

MSL, Tokyo Tech.¹, MCES, Tokyo Tech.², °Akihiro Kato¹, Yurika Kasai¹, Keisuke Ide¹, Takayoshi Katase¹,

Hidenori Hiramatsu^{1,2}, Hideo Hosono^{1,2} and Toshio Kamiya^{1,2}

E-mail: a-kato@mc.es.titech.ac.jp

【はじめに】 a-In-Ga-Zn-O (a-IGZO) に代表されるアモルファス酸化物半導体 (AOS) は、室温でも $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える高移動度の薄膜トランジスタ (TFT) を作製でき、大型有機 EL ディスプレイや高精細液晶ディスプレイ等に広く用いられている [1]。我々は近年、AOS の中でも a-Ga-O (a-GO) が 4.1 eV を超える超ワイドギャップでありながら $7 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の Hall 移動度をもつ半導体であることを報告してきた [2]。しかしキャリア濃度が 10^{14} cm^{-3} と低く、a-GO をチャネルに用いた薄膜トランジスタは On/Off 動作に $V_{\text{GS}} > 30 \text{ V}$ 以上が必要であった。a-IGZO の場合、キャリア濃度を増加させる方法として、真空中での熱処理や水素注入が効果的であることが知られている [3]。実際に a-GO 膜に対して真空熱処理及びその後の水素プラズマ処理によって、キャリア濃度が 3 倍、2 桁以上増加することを見出した。本研究では、上記の処理を行った a-GO をチャネルに用いた TFT を作製し、特性を評価したので報告する。

【実験方法】 熱酸化 $\text{SiO}_2/\text{n}^+\text{-Si}$ 基板をゲート絶縁膜/ゲート電極としたボトムゲートトップコンタクト型 TFT を作製した。素子はフォトリソグラフィとリフトオフにより形成し、チャネル幅およびチャネル長は $300 \mu\text{m}$ と $50 \mu\text{m}$ とした。パルスレーザー堆積法 (PLD) を用いて a-GO チャネルの室温成膜を行った後、真空中 300°C の熱処理を行った。その後水素プラズマ処理を圧力 8 Pa 、RF パワー 50 W で 60 秒間行った。ソース/ドレイン電極は Ti を用いて電子線蒸着法により形成し、室温にて TFT 特性を評価した。

【結果】 Fig. 1 に伝達特性を示す。未処理 a-GO TFT の閾値電圧 V_{th} は 27 V であり、真空熱処理を施すことでドレイン電流 I_{D} や閾値下電圧勾配 (S.S.) は改善したものの V_{th} に大きな変化は見られなかった。真空熱処理後に水素プラズマ処理を施した TFT の V_{th} は 14 V に改善し、移動度は $0.7 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ へと改善した。しかし、S.S. は真空熱処理のものと比較して増加したため、a-GO のバンドギャップ中に存在するサブギャップ欠陥密度が増加したことが示唆された。当日はデバイスシミュレータによる欠陥密度評価やホール効果測定の結果を踏まえ議論を行う。

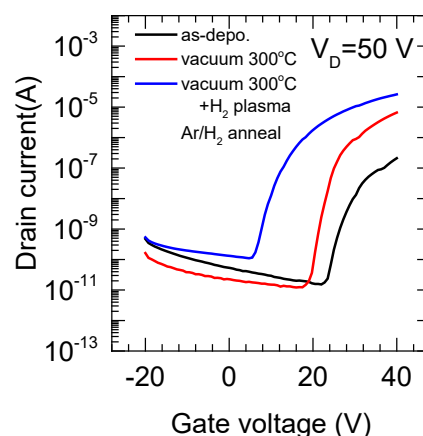


Fig. 1 Effect of H-plasma treatment on transfer characteristics of a-GO TFTs as-deposited (black), vacuum annealed (red) and H_2 plasma treated (blue).

[1] K. Nomura et al., Nature 432, 488 (2004). [2] J. Kim et al., NPG Asia Mater. 9, e359 (2017). [3] H. Tang et al., ECS J. Solid State Sci. Technol. 6, 365 (2017).