

高移動度組成 InGaZnO_x 薄膜トランジスタの特性・信頼性制御

(Control of electrical properties and reliability of high mobility InGaZnO_x thin-film transistor)

1215076 東龍之介 Higashi Ryunosuke

【背景概要】 現在、In-Ga-Zn-O(IGZO)に代表されるアモルファス酸化物半導体は、アモルファス Si に比べ高い電子移動度 (~10 cm²/Vs 程度) を示し、大面積均一性にも優れるため、次世代ディスプレイ用薄膜トランジスタ(Thin-Film Transistor: TFT)に向け、盛んに研究が行われている。IGZO は In 比を増加させることで移動度を上昇させることが可能である[1]が、In 比の増大に伴い、酸素欠損に起因するキャリア濃度増大が課題である。本研究では In rich IGZO-TFT の特性制御を目的として、伝達特性の最適化及び、In rich IGZO と InGaZnO₄ との積層構造 TFT(Hetero-TFT)による信頼性の向上を試みた。

【実験内容】 熱酸化膜(108nm)付き Si 基板上に IGZO 膜を RF マグネトロンスパッタリング法により室温で製膜し(Hetero-TFT は下層: InGaZnO₄、上層: In rich IGZO)、その後、ソース・ドレイン電極(Mo/Al/Mo)を成膜した。最後にプラズマ CVD 法にてチャンネル保護膜を成膜し、ボトムゲート型 TFT を作製した。また、大気雰囲気中で 350°C アニールを行った後、電気特性及び信頼性を評価した。

【実験結果】 図 1 に単層 In rich IGZO-TFT のチャンネル膜厚 10nm、単層 InGaZnO₄-TFT のチャンネル膜厚 45nm、Hetero-TFT の伝達特性を示す。単層 In rich IGZO-TFT は酸素流量比 50%、チャンネル膜厚 10nm にすることによって伝達特性の最適化に成功した。しかし、単層 In rich IGZO-TFT は単層 InGaZnO₄-TFT と比較し 2 倍以上の移動度を得られたものの信頼性が劣化した。信頼性の改善のため積層構造を用いた Hetero-TFT を作製したところ単層 InGaZnO₄-TFT と同等の信頼性を得ることができた。さらに図 1 のように Hetero-TFT は移動度がピークを持っており、低電圧領域と高電圧領域での電子輸送経路が変化しており、キャリアパスの変化が信頼性向上に寄与していると予想しデバイスシミュレーションにより電子伝導の解析を行った。図 2 はゲート電圧 10V、20V 時のチャンネル内の電流密度を視覚化した図である。解析の結果、ゲート電圧が低電圧領域では上層の In rich IGZO を支配的に電流が流れ、高電圧領域では両方のチャンネルを電流が流れていることを示し、この移動度のピークは InGaZnO₄ と In rich IGZO とのコンダクションバンドのエネルギー障壁差により電子閉じ込めが起こっていることを明らかにした。さらに発表当日は信頼性メカニズム及び成膜時の水素ガス導入による特性制御などの詳細についても発表予定である。

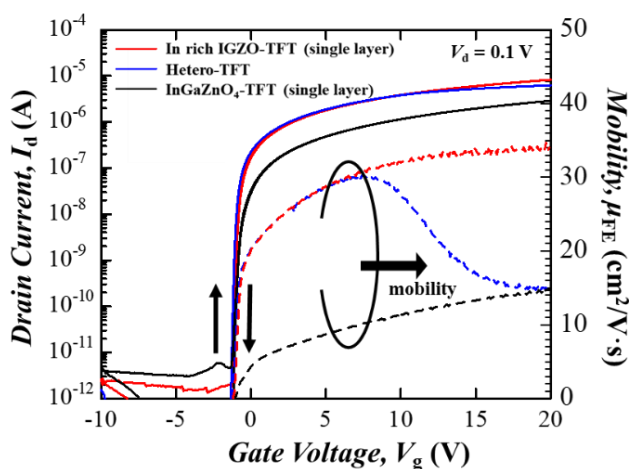


図 1 単層及び積層におけるそれぞれの伝達特性

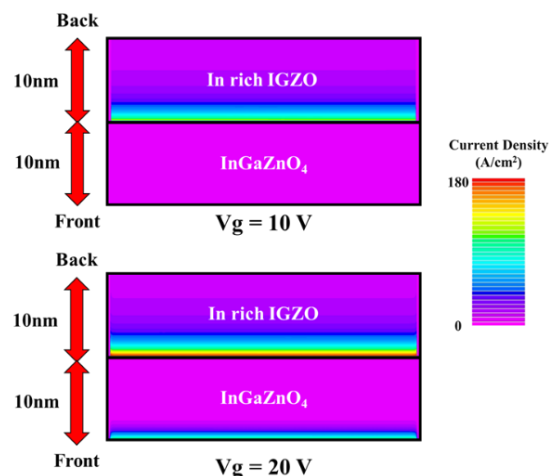


図 2 ゲート電圧 10V、15V 時のチャンネル内の電流密度

[1] T. Kamiya, H. Hosono, NPG Asia Materials, 2, 15–22 (2010)