

β -Ga₂O₃ エピタキシャル層の低ドナー濃度化 による MOS キャパシタの高耐圧化

High breakdown voltage MOS capacitor fabricated on the β -Ga₂O₃ epitaxial layer
with low donor concentration

ノベルクリスタルテクノロジー ○脇本 大樹, 佐々木 公平, 宮本 広信, ティュ クァン トウ,
山腰 茂伸, 倉又 朗人

Novel Crystal Tech. °D. Wakimoto, K. Sasaki, H. Miyamoto, Q. T. Thieu, S. Yamakoshi,
and A. Kuramata

E-mail: daiki.wakimoto@novelcrystal.co.jp

β -Ga₂O₃ は、4.5 eV と大きなエネルギーバンドギャップを有し、5 MV/cm 以上の高い絶縁破壊電界を有することが予測され、SiC、GaN を凌ぐ電子物性を有するパワーデバイス用半導体材料として注目されている。これまでにドナー濃度 10^{16} cm⁻³ 台のドリフト層を用いて 2.44 kV 耐圧のトレンチ MOS 構造ショットキーバリアダイオード[1]、1.6 kV 耐圧の MOS トランジスタ[2]が報告されている。我々は 10 kV 級の耐圧で低オン抵抗の縦型トレンチ MOS トランジスタ(Fig.1 left)を実現するためにドリフト層の低濃度、厚膜化の検討を進めている。トレンチ MOS 構造において、電界が強くなるトレンチ底面のゲート電極/絶縁膜/ドリフト層領域が素子の耐圧を決める大きな要因となる。今回、基礎実験として、トレンチ底面を模したプレーナ MOS 構造(Fig.1 right)に関して耐圧のドリフト層ドナー濃度依存性を調べ、低ドナー濃度化により期待通りの耐圧向上効果が観測されたので報告する。

サンプルは、n 型 β -Ga₂O₃ 基板上にハライド気相成長 (HVPE) 法を用いてドナー濃度の異なるエピタキシャル層(0.4×10^{16} , 1.0×10^{16} , 2.0×10^{16} cm⁻³)を 40 μ m、その上層に原子層堆積(ALD)法を用いて高誘電率の HfO₂ を 100 nm 順次成膜し、HfO₂ 上に 100 μ m ϕ の Ti/Ni 電極を、n 型 β -Ga₂O₃ 基板裏面に Ti/Au 電極を形成して作製した(Fig.1 right)。2 電極間の耐圧測定は β -Ga₂O₃ 基板裏面電極に正電圧を印加して行った。作製したプレーナ MOS キャパシタの耐圧測定の結果を Fig.2 に示す。エピタキシャル層のドナー濃度が低くなるに従い期待通り耐圧が上昇し、 0.4×10^{16} cm⁻³ において耐圧 7.1 kV を観測した。今後、電界が集中する電極端部の構造を改善することにより耐圧を向上させ、10 kV 級 β -Ga₂O₃ MOSFET の実現を目指す。

本研究は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度の支援を受けたものである。

[1] W. Li, et al., IEDM Tech. Dig., p. 194 (2018).

[2] Z. Hu, et al., ISPSD & ICs (2019).

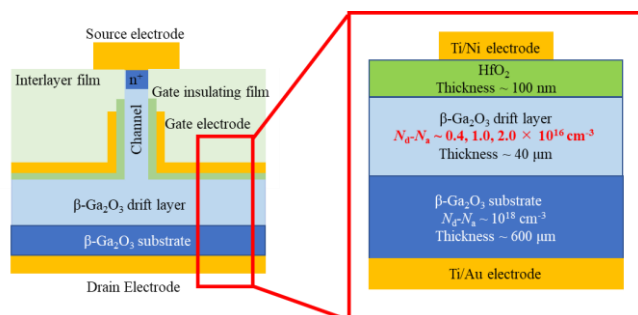


Fig. 1. β -Ga₂O₃ MOSFET structure (left) and fabricated planar MOS capacitor structure (right).

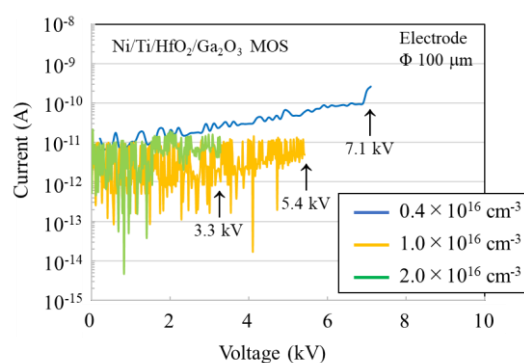


Fig. 2. Comparison of breakdown voltage characteristics of planar MOS capacitors on the β -Ga₂O₃ epitaxial layers with different donor concentration.