

縦型 GaN パワーデバイスの現状と今後の展望

Current status and future prospects of vertical GaN power devices

富士電機 ○田中亮, 高島信也, 上野勝典, 江戸雅晴

Fuji Electric °Ryo Tanaka, Shinya Takashima, Katsunori Ueno, and Masaharu Edo

E-mail: tanaka-ryou@fujielectric.com

窒化ガリウム(GaN)は、その優れた材料特性から、Si, SiC に代わる次世代の低損失パワースイッチング素子としての応用が期待されている。近年、GaN 自立基板技術の発展に伴い、GaN 基板を用いた縦型構造で 1 kV を超える耐圧のトランジスタが報告されており[1, 2]、縦型 GaN デバイスのポテンシャルの高さが実証されつつある。

GaN デバイスの実用化に向けては、微細化による特性制御や特性改善、低コストを実現するためのイオン注入技術と、安定したオンオフ動作を可能とするための絶縁ゲート技術が非常に重要である。我々はこれまで、p 型注入を行った GaN 上で MOSFET のチャネル特性を検証し、p 型不純物の注入ドーズに応じてしきい値と移動度が変化すること、p 型注入層上においても 100 cm²/Vs を超えるチャネル移動度が実現可能であることを確認した[3]。さらに、選択注入により p 型ウェルおよび n 型ソース領域を微細寸法で形成したプレーナゲート型の縦型 MOSFET において 1200V 耐圧かつ低抵抗トランジスタ動作を実証した[4]。

一方で、縦型 GaN MOSFET の実用化に向けたさらなる性能向上、信頼性確保にはまだ多くの課題がある。例えば、耐圧向上、リーク低減には p 型注入層の活性化向上や欠陥低減が重要である。また、スイッチング動作を安定化させるためには、MOS チャネル特性の改善や良好な p+コンタクトの形成、注入層中のホール伝導性が必要となる。最近になって、GaN が平衡状態では熱分解しない超高压雰囲気下での高温熱処理による p 型注入層の活性化とホール伝導性が報告された[5]。また我々は、保護膜を用いた常圧雰囲気下での熱処理でも、特定の注入条件下において p 型注入層が活性化し、ホール効果測定による電気特性評価が可能であることを報告した[6]。これらの特性改善を大口径の半導体ウェハプロセスに適用可能な手法で実現できるかどうかは今後の GaN デバイス実用化に向けた最大の課題である。本講演では、上述した縦型 GaN デバイスの現状・課題と今後の展望について、最近の研究成果を交えて概説する。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」事業 JPJ005357 の委託を受けたものです。本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「IoT 社会のエネルギーシステム」(管理法人: JST) によって実施されました。

[1] I. C. Kizilyalli *et al.*, IEEE Electron Device Lett. 35, 247 (2014). [2] T. Oka *et al.*, Appl. Phys. Express 8, 054101 (2015). [3] R. Tanaka *et al.*, Applied Physics Express 12, 054001 (2019). [4] R. Tanaka *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 59, SGGD02 (2020). [5] H. Sakurai *et al.*, Appl. Phys. Lett. 115, 142104 (2019). [6] 田中他 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 14a-B401-6 (2020).