

高濃度 Ge ドープ GaN 基板による p-n 接合ダイオードの低オン抵抗化

Lowered on-resistance in p-n junction diodes with highly Ge-doped GaN substrate

法政大¹, サイオクス²

○太田 博¹, 浅井 直美¹, 望月 和浩¹, 吉田 文洋², 堀切 文正², 成田 好伸², 三島 友義¹

Hosei Univ.¹, SCIOCS²

○H. Ohta¹, N. Asai¹, K. Mochizuki¹, T. Yoshida², F. Horikiri², Y. Narita², T. Mishima¹

E-mail: hiroshi.ohta.43@hosei.ac.jp

はじめに GaN p-n 接合ダイオードにおいて、オン抵抗の低減は電力変換システムの高出力化、高効率化の観点で重要である。これまで我々は、縦型 p-n 接合ダイオードにおいて貫通転位密度 (TDD) の低減によりオン抵抗が低減することを報告してきた¹⁻³。今回は高濃度 Ge ドープ GaN 基板を用いた p-n 接合ダイオードのオン抵抗低減効果について評価を行ったので報告する。

実験 サイオクス製の HVPE Void-Assisted Separation (VAS) 法による Ge ドープ ($6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) GaN 基板 ($\text{TDD} \approx 3 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$) 上にバッチ式 MOVPE 炉で p-n 接合エピ層を成長した。比較のため通常の Si ドープ ($2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) の基板 ($\text{TDD} \approx 3 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$) 上にも同時にエピ層を成長した。図1に評価に用いた p-n 接合ダイオードの断面構造を示す。設計耐圧は 1.5~2 kV とした。メサの直径は 90 μm 、アノード電極の直径は 60 μm とした。

結果 図2に順方向 I-V 特性評価結果を示す。Si ドープ基板上の p-n ダイオードに比べ、Ge ドープ基板上的 p-n ダイオードではオン抵抗の大幅な低減が見られた。これは、約 4V までは両者の特性に差が見られないことから、Ge ドープ基板のドナーの高濃度化による基板抵抗減少よりもフォトンリサイクリング (PR) 現象の増大により説明される。すなわち、PR により増加した p-GaN 層中の正孔が n-GaN 層に注入されると、電気的中性を維持するためより多くの伝導電子が基板側から注入される。その際、Ge ドープ基板では伝導電子の数が多いため、PR も高まり導電率変調の度合いが大きくなったことによると思われる。同様の現象は高濃度 O ドープ OVPE 基板上 p-n ダイオードでも観測されており⁴、高濃度ドープ基板の有用性を確認する結果となった。

【謝辞】 本研究は環境省「未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業」の委託を受けて行われた。

- 1) 太田ら、2019 年第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-E301-5.
- 2) 太田ら、2019 年第 67 回応用物理学会春季学術講演会 14a-B401-8.
- 3) H. Ohta, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 59, 106503 (2020).
- 4) J. Takino, et al., Appl. Phys. Express 13, 071010 (2020).

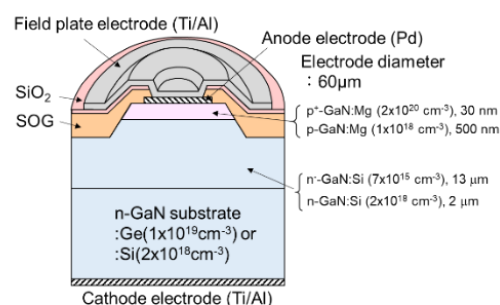


Fig.1. Structure of the GaN p-n diode.

(Expected V_B : 2 kV @ $E_B = 2.6 \text{ MV/cm}$)

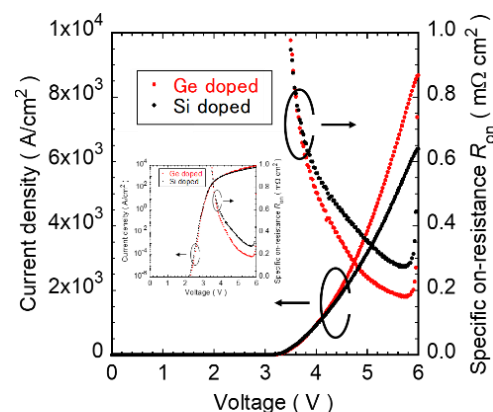


Fig. 2. Forward I-V characteristics.