

下部 GaN トンネル接合を有する npn 構造の電気的特性

Electrical properties of npn structures with bottom GaN tunnel junctions

名城大・理工 ○長田和樹, 宇田陽, 小林憲汰, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕

K. Osada, H. Uda, K. Kobayashi, T. Takeuchi, S. Kamiyama, M. Iwaya

E-mail: 243428013@ccalumni.meijo-u.ac.jp

緑色 GaInN 量子井戸を有する LED やレーザーでは、分極電荷の存在により電子のオーバーフローが懸念される。一方、下部にトンネル接合を用い、基板側に p 層、表面側に n 層を有する逆構造 LED により、電子のオーバーフロー抑制が期待できる。現状、下部トンネル接合は上部トンネル接合に比べ駆動電圧 (100 A/cm² 時) が 2 V 程度高く [1]、さらなる低抵抗化が必要である。本検討では、低抵抗上部トンネル接合の Mg・Si プロファイル (SIMS) に近い下部トンネル接合の形成を目指し、高 Mg 添加 GaN の成長温度を変化させ、そのプロファイルと電気的特性を評価した。

Fig. 1 に、作製した下部および上部トンネル接合 (TJ) を有する GaN pn ダイオード (npn 構造) を示す。上部トンネル接合では、高 Mg 添加 GaN 上の高 Si 添加 GaN の成長温度を 710°C にすることで、Mg 偏析を抑制している。今回、下部トンネル接合 npn 構造では、高 Si 添加 GaN 上の高 Mg 添加 GaN の成長温度が 710°C、あるいは 1050°C の 2 種類を用意した。Fig. 2 に、上記 3 つのトンネル接合部における Mg・Si プロファイルを示す。710°C の場合は、上部トンネル接合の Mg・Si プロファイル [2] に近いものが得られ、一方で、1050°C の場合は、オーバーラップ領域が約 2 倍に広がっていることがわかった。Fig. 3 に、この 3 つのトンネル接合 npn 構造の J-V 特性を示す。電流密度 100 A/cm² 時の駆動電圧に着目すると、下部トンネル接合では、710°C で 5.2 V、1050°C では 4.2 V であった。参考文献 [1] の駆動電圧 4.5 V (100 A/cm² 時) よりも低い値が得られた。一方、上部トンネル接合の場合、3.8 V であった。下部トンネル接合において、低抵抗化をもたらす Mg・Si プロファイルは上部トンネル接合のプロファイルとは大きく異なることが示唆された。

n contact	n contact
n-GaN	n-GaN
p-GaN	Heavily Si doped GaN 15nm
Heavily Mg doped GaN 10nm	Heavily Mg doped GaN 10nm
Heavily Si doped GaN 15nm	p-GaN
n-GaN	n-GaN
GaN	GaN
Sapphire(0001)	Sapphire(0001)

(a) Bottom TJ npn (b) Top TJ npn

Fig. 1 Sample structures

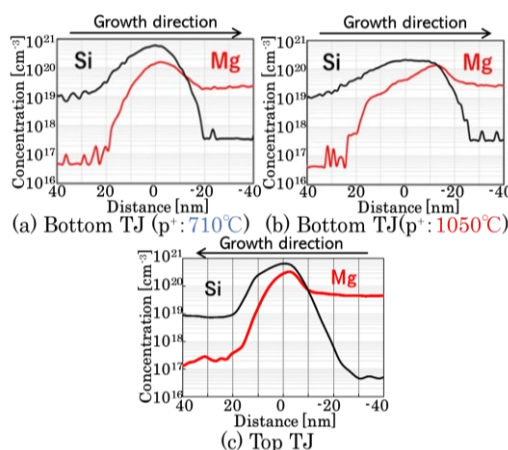


Fig. 2 Mg・Si profiles

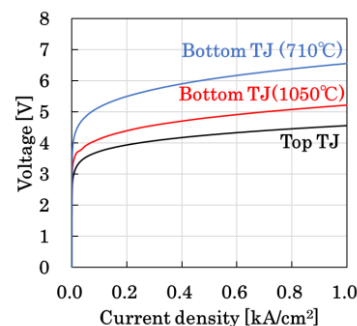


Fig. 3 J-V characteristics

【参考文献】 [1] S. I. Rahman, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 62, 110904 (2023). [2] Y. Akatsuka, et al., Appl. Phys. Express 12, 025502 (2019).

【謝辞】 本研究は、文部科学省 革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業 JPY009777、科研費基盤 S(23H05460)の助成を受けたものです。