

n 型 AlInN/GaN 多層膜反射鏡の Si 濃度依存性

Si concentration dependence of n-type AlInN/GaN distributed Bragg reflectors

○上島 佑介¹, 稲垣 徹郎¹, 飯田 涼介¹, 岩山 章¹, 竹内 哲也¹, 上山 智¹, 岩谷 素顕¹, 赤崎 勇^{1,2}

1 名城大理工, 2 名古屋大学赤崎記念研究センター

○Y. Ueshima¹, T. Inagaki¹, R. Iida¹, S. Iwayama¹, T. Takeuchi¹, S. Kamiyama¹, M. Iwaya¹, I. Akasaki^{1,2}

1 Fac. Sci. & Tech. Meijo Univ., 2 ARC. Nagoya Univ.

E-mail: 193428002@ccmailg.meijo-u.ac.jp

[はじめに] GaN 系 VCSEL において 10 mW を超える光出力が報告されている[1]。我々では、アンドープ AlInN/GaN DBR を有する VCSEL により 4.4 mW の光出力を達成している。しかしながら、Si ドープした n 型 AlInN/GaN DBR を有する縦型電流注入 VCSEL では、素子抵抗は低い (80Ω) もの、光出力は 2.6 mW に留まっている[2]。Si ドープ DBR 上の GaInN MQW の PL 強度、表面粗さは、共にアンドープ DBR 上に比べ悪く、DBR への高濃度 Si ドープに起因すると考えられる。本研究では、DBR 抵抗の大幅な増加を伴わない n 型 AlInN/GaN DBR の Si 濃度低減を試みた。[実験方法・結果] MOVPE 法により、Si 濃度の異なる 4 種類の 10 ペア Si ドープ AlInN/GaN DBR を作製した。図 1 に示すように 1 つ目の DBR において、1 ペアは、35 nm Si ドープ ($1.5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) AlInN 層、Si ドープ ($6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) 界面 (7.5 nm AlInN/5 nm AlGaInN 組成傾斜/2.5 nm GaN)、および 35 nm Si ドープ ($1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) GaN 層で構成される[3]。残りの DBR では、1 つ目よりも低い Si 濃度を有し、2 つ目として AlInN 層 Si 濃度が 1/3、3 つ目は GaN 層 Si 濃度が 1/4、4 つ目は界面層 Si 濃度が 1/2 である。これら DBR に直径 $35 \mu\text{m}$ メサを形成、上下に n 電極を形成し、DBR の縦方向 I-V 特性を測定した。結果を図 2 に示す。界面 Si 濃度が 1/2 の試料では、ショットキー性を示す大幅な電圧増加 ($\sim 3\text{V}$) が観察されたが、AlInN 層 Si 濃度が 1/3 の試料では、わずかな電圧増加 ($\sim 0.5\text{V}$) のみ、GaN 層 Si 濃度が 1/4 では電圧増加はみられなかった。この結果より、GaN/AlInN 界面では、負の分極電荷を打ち消すために Si 濃度をこれ以上低減できないが[4]、AlInN 層や GaN 層部分では、大幅な抵抗増大無しに Si 濃度低減が可能であることがわかった。

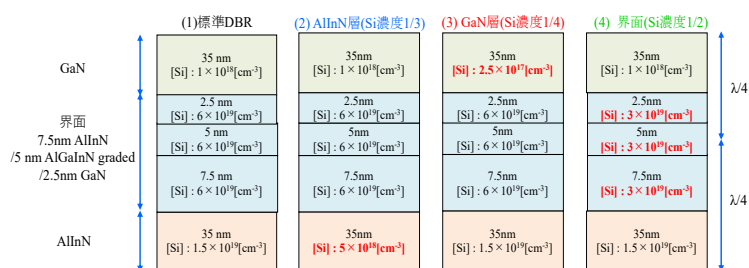


図 1 4 種類の Si ドープ AlInN/GaN DBR の Si プロファイル

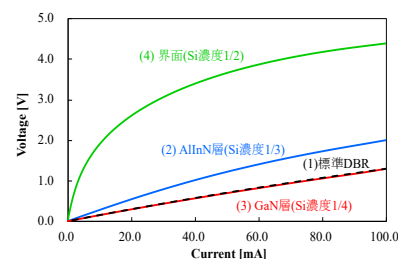


図 2 4 種類の DBR の I-V 特性

[1] M. Kuramoto et al., APEX 11, 112101 (2018). [2] R. Iida et al., JJAP 59, SGGE08 (2020). [3] W. Muranaga et al., JJAP 58, SCCC01 (2019). [4] S. Yoshida et al., JJAP 55, 05FD10 (2016).

[謝辞]本研究の一部は、文部科学省・私立大学研究ブランディング事業、科研費・基盤 A(20H00353)、科研費新学術領域(16HH06416)の援助により実施した。