

3C-SiC/Si 基板上に作製した AlGaIn/GaN/GaN:C ヘテロ構造の ターンオン容量回復特性

Turn-On Capacitance Recovery Characteristics of AlGaIn/GaN/GaN:C Hetero-Structures Grown on 3C-SiC/Si Substrates

中部大¹, エア・ウォーター² ○中野 由崇¹, 北原 功一², 大内 澄人², 生川 満久², 川村 啓介²

Chubu Univ.¹, Air Water Inc.² ○Yoshitaka Nakano¹, Koichi Kitahara², Sumito Ouchi²,

Mitsuhsa Narukawa², Keisuke Kawamura²

E-mail: nakano@isc.chubu.ac.jp

【背景】Si 基板上に MOCVD 結晶成長した AlGaIn/GaN ヘテロ構造は低コスト化・大面積化に適しており、HEMT 用基板として研究・開発が進められている。ここでは、GaN バッファ層のリーク電流低減を目的に積極的な炭素ドーピングにより高抵抗化を行っている。この際、炭素関連の欠陥準位が生成しバルク起因の電流コラプス現象が誘発されることを報告してきた[1]。一方、メルトバックエッチング耐性及び GaN との格子整合性に優れた 3C-SiC 層をヘテロエピタキシャル成長させた Si 基板上に形成した AlGaIn/GaN ヘテロ構造は優れた結晶性を有することも報告してきた[2]。本研究では、炭素ドーピングを行った 3C-SiC/Si 基板上 AlGaIn/GaN/GaN:C ヘテロ構造のオフストレス電圧印加後のターンオン容量回復特性評価を行い、バルク起因の電流コラプス現象に対する 3C-SiC 層の効果を検討したので報告する。

【実験】ガスソース MBE 法により 3C-SiC 層(1~2 μm)を Si(111)基板上にヘテロエピタキシャル成長させた後、MOCVD 法により窒化物バッファ層を用いて Al_{0.25}GaN (20nm)/uid-GaN(500nm)/GaN:C(1 μm ,5.4 μm)ヘテロ構造を作製した。GaN:C 層の炭素ドーピング量は 1×10^{18} と $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ とした。水銀プローブ電極を用いて-30V のオフストレス電圧を 60s 印加後ゼロバイアスに戻した際のターンオン容量回復特性を C-t 法で評価した。更に、空气中、窒素中 150°C で 60min アニール後の容量回復特性も評価した。

【結果】GaN:C 層の炭素ドーピング量に関わらず 3C-SiC/Si 基板上のターンオン容量回復特性は 3C-SiC 層なしの場合と比較して早くなった(図 1)。また、どちらの基板でも、窒素中 150°C アニールではターンオン容量は早く回復するが、空气中 150°C アニールではターンオン容量回復は遅くなった(図 2)。ただし、3C-SiC 層がある場合、特性劣化が大きく抑制されていることを確認した。以上から、3C-SiC/Si 基板上 AlGaIn/uid-GaN/GaN:C ヘテロ構造では、オフストレス電圧印加中に炭素関連の深い欠陥準位により GaN:C 層中に捕獲・蓄積された負電荷がターンオン状態で GaN:C/窒化物バッファ層界面からのホール注入により電荷中和されやすいこと及びこのホール注入界面が熱的に安定であることが示唆された[3]。

[1] Y.Nakano, ECS J. Solid State Sci. Technol. **6**, P828 (2017).

[2] 片桐正義 他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-B5-4 (2013).

[3] I.Chatterjee *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **64**, 977 (2017).

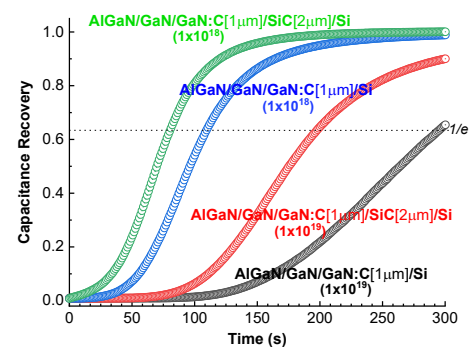


Fig.1. Capacitance recovery characteristics of various AlGaIn/GaN/GaN:C hetero-structures grown on Si and SiC(2 μm)/Si.

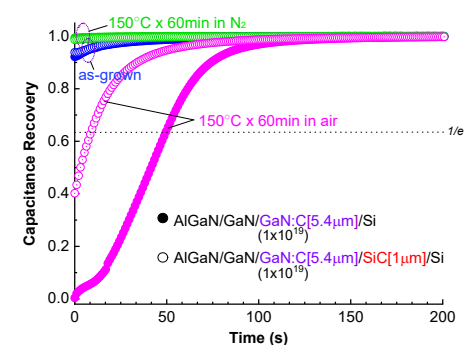


Fig.2. Capacitance recovery characteristics of AlGaIn/GaN/GaN:C hetero-structures grown on Si and SiC(1 μm)/Si before and after annealing at 150°C for 60min in air and N₂.