

Mg イオン注入により GaN 中に発生する電子準位の電氣的評価

Electrical characterization of electron levels generated in GaN by Mg ion implantation

北大量子集積エレクトロニクス研¹ ○(M1)横田直茂¹, 赤澤正道¹

RCIQE Hokkaido Univ.¹, [○]Naoshige Yokota¹, Masamichi Akazawa¹

E-mail: yokota@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】Mg イオン注入は、GaN 中に p 形領域を形成する手段として利便性に優れた方法であるが、一般にはドーパントの活性化率が非常に低く、その原因について明らかになっていない。イオン注入により発生する欠陥準位がキャリアを補償している可能性も考えられるが、電氣的特性測定により調べた例はない。本報告においては、結晶成長による欠陥の少ない自立基板上の GaN エピタキシャル成長層に Mg イオン注入を行い、熱処理前の電氣的特性測定から準位の同定を試みた結果を報告する。

【実験方法】GaN 自立基板上の n-GaN エピタキシャル層 ($n = 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) に対し、加速電圧 20 ~ 100 keV で低ドーズ ($< 1.5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$) の Mg イオン打ち込みを行った。評価用デバイスとして、その表面に金属電極を蒸着してショットキー障壁ダイオードを作製し、また Al_2O_3 層を挿入して MOS ダイオードも作製し、両者とも n 形ダイオードとして C-V、I-V 測定を行った。

【結果】Fig.1 に 50 keV, $1.5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ の打ち込みを行った GaN 上に作製した MOS ダイオードにより得られた C-V 特性を示す。もともとのドーピング濃度を仮定した理想曲線と比較すると、顕著なプラトーが見られ、また、低負バイアス下においては傾きが理想より急になっている。シミュレータを用いて C-V 曲線を計算しフィッティングしたところ、表面付近 100 nm 程度の深さまでキャリア密度が $4.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ に減少したことが分かった。この深さはイオン注入の打ち込み幅とほぼ一致する。また、挿入図に示したように、通常見られる連続的分布の界面準位の他に伝導帯下端 0.8 eV 付近に離散的準位が発生していることがわかった。一方、400 nm 程度の深さまで $1.5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ の多重注入を行った GaN 上に作製したショットキー障壁ダイオードの I-V 特性から Fig.2 に示すような Poole-Frenkel プロットが得られ、伝導帯下 0.9 eV のトラップ準位が検出された。この試料においては、ここには示していないが、C-V 特性においてはバイアスに対して一定の容量を示し、容量値からは打ち込み深さと同程度の約 400 nm の空乏が検出された。イオン注入そのものにより、表面付近打ち込み深さまでのキャリアの補償と、0.8~0.9 eV に位置する準位の発生が引き起こされることがわかった。

【謝辞】本研究は「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」(文部科学省)からの委託を受けたプロジェクトの一環として行われている。

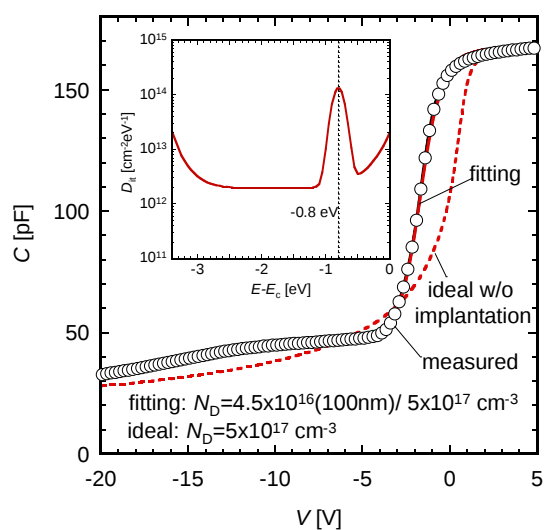


Fig.1 C-V characteristics for 50 keV-implanted MOS diode. The inset shows extracted gap state distribution by fitting.

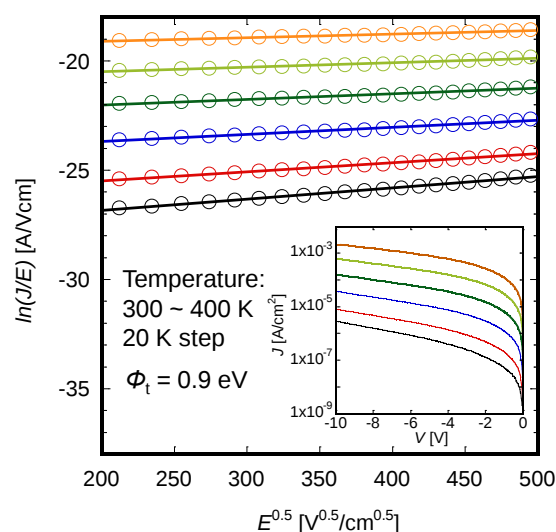


Fig.2 Poole-Frenkel plot extracted from I-V characteristics (inset) for a multiply-implanted Schottky barrier diode.