

Mg ドープ p-GaN を用いた MOS 構造の C-V 特性に対する GaN 表面近傍欠陥準位の影響

Effects of defect levels in vicinity of GaN surface on C-V characteristics of MOS
structure with Mg-doped p-GaN

北大量集センター¹ [○](M1) 玉村 祐也¹, (B4) 忽滑谷 崇秀¹, 赤澤 正道¹

RCIQE, Hokkaido Univ.¹

[○]Yuya Tamamura¹, Takahide Nukariya¹, Masamichi Akazawa¹

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

【はじめに】p-GaN を用いた MOS 構造の電気的特性は、n-GaN による MOS 構造に比較してよく報告例が少ない。GaN の電荷中性点 (E_{CNL}) は、 $E_C - 1$ eV と伝導帯寄りにあるため、p-GaN と絶縁体の界面においては、 E_{CNL} より価電子帯側に分布するドナー型の界面準位が広いエネルギー幅でイオン化して、MOS 構造の電気的特性に影響を与える可能性がある。また、表面近傍の欠陥準位の影響についても検討する必要がある。本研究においては、p-GaN を用いた MOS 構造の C-V 特性に与える界面準位および表面近傍欠陥準位の影響について報告する。

【実験方法】MOVPE 法により、n-GaN 自立基板上に高濃度 pn 接合を介して p-GaN エピタキシャル層 ($n = 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) を成長し、窒素雰囲気中で 800°C 、5 分間のアニールを行った。その後、ALD Al_2O_3 層と Ti/Au 電極の形成を行い、裏面に Ti/Au オーミックコンタクトを形成し、MOS ダイオードを作製した。完成後、同ダイオードに大気中 300°C 、3 時間の熱処理 (PMA) を施してから C-V 測定を行った。

【結果】作製した MOS ダイオードにおいて、Fig.1 のような C-V 特性が得られた。理想曲線に対して負バイアス側に大きくシフトしており、GaN 表面付近の欠陥準位や界面準位が主にドナー型であることを示している。これが全て E_{CNL} より価電子帯側のドナー型界面準位によるものとする、と非常に高密度の界面準位が深いエネルギー位置に存在していることになる。しかし、n-GaN MOS ダイオードでは ALD- Al_2O_3 /GaN 界面の界面準位は PMA 後に大きく低減する²⁾。また、周波数分散も、Mg ドープ p-GaN においてはアクセプタ準位の活性化エネルギーが ~ 200 meV と高いことに起因して引き起こされるため³⁾、必ずしも高密度の界面準位の存在を示しているわけではない。したがって、高密度の界面準位がエネルギー的に深い位置、あるいはバンド中央付近に存在して凍結しているとは断定できず、なんらかのドナー型欠陥に関連した深い準位が GaN 表面近傍に存在して影響を与えている可能性を合わせて考える必要がある。負バイアス側に見られた C-V 曲線の飽和部分は、Mg による深いアクセプタ準位が十分に追従できる 1 kHz の容量から算出すると、表面フェルミ準位の位置が $E_V + 0.7$ eV 付近に相当する。これがドナー型欠陥の深い準位によるものであるとすると、 $\text{Mg}_{\text{Ga}}\text{V}_{\text{N}}$ 欠陥による準位⁴⁾の影響の可能性がある。

【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 JPJ009777 の委託を受けました。GaN の MOVPE 成長にご協力頂いた豊田中央研究所の成田哲生氏に感謝いたします。

- 1) W. Mönch, J. Appl. Phys. **80**, 5076 (1996).
- 2) T. Hashizume et al., Appl. Phys. Express **11**, 124102 (2018).
- 3) P. Kozodoy et al., J Appl. Phys. **87**, 770 (2000).
- 4) J. L. Lyons, C. G. Van de Walle, npj Comput. Mater. **3**, 12 (2017).

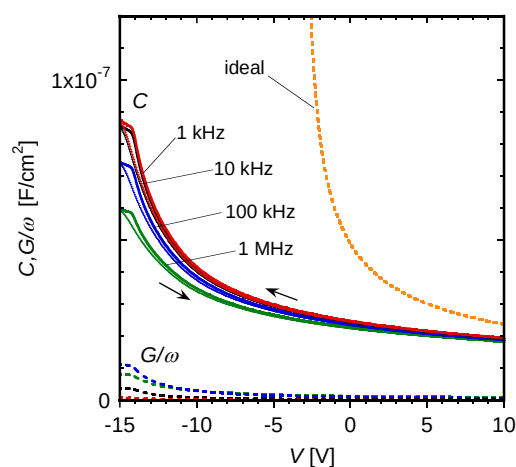


Fig. 1. C-V characteristics of the p-GaN MOS diode.