ガンマ線照射による Al₂O₃/GaN MOS ダイオードの容量-電圧特性の変化

Changes in Capacitance-Voltage Characteristics of Al₂O₃/GaN MOS Diodes

Due to Gamma-Ray Irradiation

名大院工¹,北大量エレ研²,名大未来研³

^O青島 慶人 ¹, 金木 奨太 ², 堀田 昌宏 ^{1,3}, 須田 淳 ^{1,3}, 橋詰 保 ²

Nagoya Univ.¹, RCIQE, Hokkaido Univ.², IMaSS, Nagoya Univ.³

°Keito Aoshima¹, Masahiro Horita^{1,3}, Shota Kaneki², Jun Suda^{1,3}, Tamotsu Hashizume²

E-mail: aoshima.keito@i.mbox.nagoya-u.ac.jp

高性能 GaN MOS デバイス実現のためには GaN MOS 界面の理解とその制御が重要である。ALD 堆積 Al₂O₃/GaN MOS ダイオードにおいて大気 Post-Metallization-Anneal (PMA)処理により周波数分散やヒ ステリシス低減などの C-V 特性の改善が報告されており、有望な手法と期待されているが^[1]、そのメ カニズムは不明である。他方、我々は、ガンマ線照射により n型 GaN エピ層中に形成される電子トラ ップの評価や^[2]、ガンマ線照射による市販 GaN HEMT のデバイス特性変化^[3]について研究を進めてき た。今回、PMA 処理効果のメカニズム解明のヒントを得るべく PMA 処理あり・なしの Al₂O₃/GaN MOS ダイオードを用意し、それらに様々な照射量でガンマ線を照射し、C-V 特性変化を詳しく調べたので 報告する。

n⁺型 GaN 自立基板上に MOVPE 法により n 型 GaN (実効ドナー濃度: 2-3×10¹⁶ cm⁻³)を成長し、ALD 法により 30 nm の Al₂O₃を堆積、試料裏面に Ti/Al オーミック電極を形成した後、表面に Ni/Au ゲート 電極を形成した。その後、半数の試料に対して大気 PMA (300 ℃, 3 h)を行った。それらの試料に対して 様々な照射量(10-500 kGy)で ⁶⁰Co ガンマ線(1.25 MeV) を照射した。

Fig. 1 に(a) PMA 処理なし、(b) PMA 処理ありの試料の *C-V* 測定結果を示す。PMA 処理なしの試料で はガンマ線照射による有意な変化は見られなかった。一方、PMA 処理を行った試料ではガンマ線照射 量の増加に伴ってフラットバンド電圧が負方向へとシフトしていることが確認された。この時、ヒス テリシス、蓄積容量については有意な変化は見られなかった。

ガンマ線照射に伴う負のフラットバンド電圧シフトは様々な酸化膜/Si MOS 構造において観測され ており、ガンマ線により絶縁膜中で生成された電子-正孔対の正孔が絶縁膜中にトラップされたものと 解釈されている^{[4][5]}。今回のシフトが絶縁膜に由来するとすれば、PMA 処理あり/なしでガンマ線照射 によるフラットバンド電

Eの変化の仕方が異なる ことから、PMA 処理によ り Al₂O₃/GaN 界面だけで なく、Al₂O₃膜自体も変化 している可能性がある。こ の部分について詳細に調 べるためにも、正電荷が絶 縁膜全体に分布している のか、界面近傍に局在して いるのかを検討する必 要がある。





[1] S. Kaneki, et al., Appl. Phys. Lett. 109, 162104 (2016). [2] K. Aoshima, et al., 第 79 回秋応物 20a-331-9 (2018).

[3] K. Tsurimoto, et al., 第 79 回秋応物 20a-331-10 (2018). [4] J. M. Rafi, et al., Sol. Stat. Elec. 116, 38 (2016).

[5] T. R. Oldham, et al., Semicond. Sci. Technol. 4, 986 (1989).

【謝辞】本研究の一部はカシオ科学振興財団の研究助成により行われた。