

PMA 処理を行った $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS ダイオードにおけるガンマ線照射によるフラットバンド電圧の負方向シフトの膜厚依存性

Thickness dependence of flat band voltage shift

induced by gamma-ray irradiation in $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS diodes with PMA

名大院工¹, 名大未来研², 北大量エレ研³

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

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

○Keito Aoshima¹, Masahiro Horita^{1,2}, Shota Kaneki³, Jun Suda^{1,2}, Tamotsu Hashizume³

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 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS ダイオードにおいて大気 Post-Metallization Annealing (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。我々はこれまでに、PMA 処理あり・なしの $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS ダイオードに対してガンマ線を照射し、 C - V 特性の変化を調べ、照射によるフラットバンド電圧の負方向シフトの大きさが PMA 処理の有無で大きく異なることを報告した^[2]。これらは Al_2O_3 膜中に存在する何らかの正電荷による影響であると考えられるが^[3]、膜中にどのように分布しているのかを特定できていなかった。今回は、上記 PMA の有無による違いの原因を明らかにするために、3 種類の Al_2O_3 膜厚の $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS ダイオードを用意し、ガンマ線を照射することで、 Al_2O_3 膜中の電荷分布を調べた。また、照射直後からの電荷の変化の様子を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: $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) を成長し、ALD 法により様々な膜厚 (20 nm, 30 nm, 40 nm) の Al_2O_3 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 PMA (N_2 雰囲気, 300 °C, 10 min) を行った。それらの試料に対して ^{60}Co ガンマ線 (1.25 MeV) を 500 kGy (Si 換算) 照射し、照射から測定するまでの時間をいくつか変えて C - V 測定を行った。

Fig. 1 に 3 種類の Al_2O_3 膜厚の (a) PMA 処理なし、(b) PMA 処理ありの試料において、 C - V 測定から求めた、ガンマ線照射前に対する照射後のフラットバンド電圧シフト量を示す。なお、測定は照射から 24 時間以内に行っている。PMA 処理あり・なし共にフラットバンド電圧のシフトが確認された。また、PMA 処理なしの試料では膜厚の 2 乗で、PMA 処理ありの試料では膜厚に比例してガンマ線照射によるフラットバンド電圧のシフト量が増加していることが分かる。このことから、PMA 処理なしの試料では、 Al_2O_3 膜に均一に正電荷が分布している一方、PMA 処理ありの試料では $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ 界面近傍に正電荷が局在していることが明らかとなった。また、照射からの時間経過による膜中正電荷の変化を観察すると、PMA 処理の有無にかかわらず時間とともに正電荷は減少した。ただし、その減少量は PMA 処理を行っていない試料の方が大きいことが分かった。

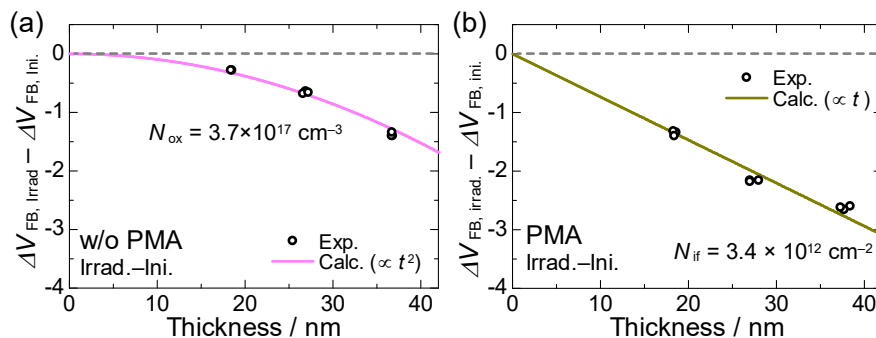


Fig. 1: Thickness dependence of flat band voltage shift (a) without PMA and (b) with PMA irradiated by gamma-rays.

[1] T. Hashizume, *et al.*, Appl. Phys. Express **11**, 124102 (2018). [2] K. Aoshima, *et al.*, 第 79 回秋応物 20a-331-9 (2018).

[3] 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。