

DLTS 法による $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{n}$ 型 GaN MOS 界面準位の評価Evaluation of surface states in $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{n}$ -type GaN MOS interface by DLTS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}, 須田 淳^{1,2}, 橋詰 保³Nagoya Univ.¹, IMASS, Nagoya Univ.², RCIQE, Hokkaido Univ.³○Keito Aoshima¹, Masahiro Horita^{1,2}, 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。MOS 界面準位密度の評価手法の一つとして DLTS 法がある。DLTS 法を用いることにより、ターマン法やコンダクタンス法などでは測定することができない、伝導帯下端近傍の浅い界面準位も評価可能である。本研究では、ALD 法により作製した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{n}$ 型 GaN MOS ダイオードに対して DLTS 測定を行い、界面準位密度の評価を行い、さらに、Post-Metallization Annealing (PMA) 処理の有無による界面準位密度の変化を調べたので報告する。

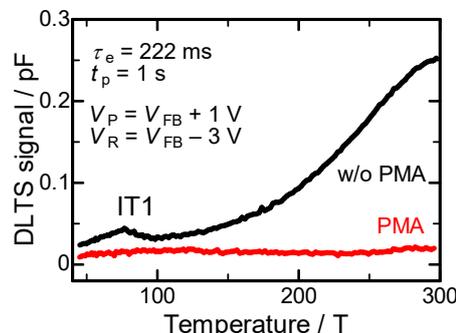
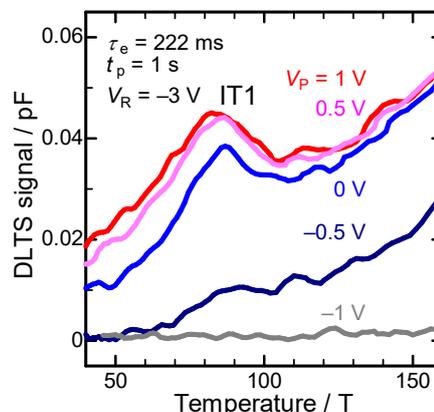
HVPE 成長 n 型 GaN 自立基板上に MOVPE 法により n 型 GaN (実効ドナー濃度: $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) を成長した試料を用意した。ALD 法により様々な膜厚 (20 nm, 30 nm, 40 nm) の Al_2O_3 を堆積後、試料裏面に Ti/Al オーミック電極を形成した後、表面に Ni/Au ゲート電極を形成した MOS ダイオードを 2 セット用意し、その一方に N_2 雰囲気下 300 °C, 10 min の PMA 処理を行った。それぞれの試料に対して 30~300 K の温度範囲において DLTS 測定を行い、界面準位の評価を行った。なお、DLTS 測定において、PMA 処理の有無でフラットバンド電圧 (V_{FB}) が異なるため、 V_{FB} を基準として順バイアス電圧および逆バイアス電圧をそろえている。

Figure 1 に PMA 処理なし、PMA 処理ありの試料における DLTS の結果を示す。PMA 処理を行っていない試料では、80 K 付近に 1 つのピーク (IT1) が観測された。また、200~300K に界面準位由来と考えられる、ブロードなスペクトルも観測された。一方、PMA 処理を行った試料では、これらのピークは検出されなかった。DLTS 測定により PMA 処理による界面準位密度の大幅な低減が確認できた。先行研究において、ターマン法、コンダクタンス法により PMA 処理による界面準位密度の低減が報告されているが、これと一致する傾向である^[1]。

PMA 処理を行っていない試料において、80 K 付近に観測された IT1 ピークが界面準位であるのか、バルクトラップであるのかを特定するために、様々な順バイアス電圧を用いた DLTS 測定を行った。界面準位の場合、順バイアスに対応する界面ポテンシャルより浅い界面準位は検出することができないため、界面準位の活性化エネルギー付近で大きな順バイアス電圧依存性が現れる。IT1 トラップが観測できる温度領域において、異なる順バイアス電圧を用いた DLTS 測定の結果を Fig. 2 に示す。0 V から -0.5 V の間で IT1 ピークが消失している。このことから、IT1 は界面準位由来であることが分かった。IT1 トラップについて、シグナルが大きい条件を用いて行った DLTS から得たアレニウスプロットの傾きから、IT1 のエネルギー準位は $E_{\text{C}} - 0.08 \text{ eV}$ と求められた。

[1] T. Hashizume, *et al.*, Appl. Phys. Express **11**, 124102 (2018).

【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。

Fig. 1 DLTS spectra of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{n}$ -GaN MOS diodes w/ and w/o PMAFig. 2 Filling pulse dependence of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{n}$ -GaN MOS diodes without PMA.