

## AlGaIn/GaN HEMT の電子捕獲における活性化エネルギー見積もり

## Estimation of active energy during electron capture process in AlGaIn/GaN HEMT

名古屋工業大学 ○成田 知隆, 片山 雄貴, 分島 彰男, 江川 孝志

Nagoya Inst. of Tech. ○Tomotaka Narita, Yuki Katayama, Akio Wakejima and Takashi Egawa

E-mail: t.narita.335@nitech.jp

GaN 系 HEMT の主な課題の一つである電流コラプスでは、ゲートのドレイン側の電界集中による表面又はエピ層及び両者での電子、正孔の捕獲・放出によるキャリアの減少によって生じるとされているが未だ詳細なメカニズムは明らかになっていない。トラップへの捕獲とすると、短時間で生じることが期待されるが、捕獲には数～数十秒の比較的に長いストレスが必要となる。また、電流減少についてストレス時間に依存している傾向が見られる[1]。このような電流減少について、まず電子捕獲状態を把握することが必要と考え、パルス測定とその温度特性からストレス印加時の捕獲過程の過渡特性を評価した。表面からの要素を観察するため、同じエピ上に表面を変えた構造の検討を行った。

測定には Si 基板上 AlGaIn/GaN HEMT を用いた(Fig. 1)。表面状態を変化させるために、保護膜無と SiN 膜を堆積したサンプルを用意した。

今回、電子捕獲を作るストレス条件は、 $V_{gq} = -10\text{ V}$  一定の状態、 $V_{dq} = 10, 40\text{ V}$  と設定した。ストレス状態からオンに切り替えた直後(0.5 ms 後)の  $I_d$  をその保持時間での捕獲された電子とし、ストレス時間を蓄積し過渡変化を評価した。 $I_d$  の評価は線形領域の  $(V_d, V_g) = (1, 0)$  とした。

Fig. 2 に積算のストレス時間に対する  $I_d$  の過渡特性を示す。両素子において、ストレス時間の増加に伴い  $I_d$  の減少が見られた。測定範囲(10ms ~ 10sec)で大きな  $I_d$  の減少が見られた保護膜無では、 $I_d(0.01)$  が 60 mA/mm ( $V_{dq} = 10\text{ V}$ )、23 mA/mm ( $V_{dq} = 40\text{ V}$ ) と  $V_{dq}$  依存性が見られたが、SiN 膜では  $V_{dq}$  依存性が見られなかった。また、蓄積が十分に行われた場合(10sec in Fig. 2 (a))に減少量は  $V_{dq}$  の値に関わらず、同等である。室温から 125 °C の温度測定から、温度が高くなるにつれて電子捕獲が促進されていることがわかる。得られた結果を以下に示す式を用いて時定数の決定を行った。

$$I_d(t) = (I_{d0} - \Delta I_d) + \Delta I_d \exp\left\{-\left(t/\tau\right)^\beta\right\} \quad (0 \leq \beta \leq 1)$$

ここで、 $\beta$  は緩和定数である。フィッティングより得られた時定数のアレニウスプロットから見積もった活性化エネルギーはそれぞれ 0.13 eV (w/o)、0.27 eV (SiN)と求められ、表面の GaN 起因と GaN 中の N 空孔に起因するエネルギーに近い[2]。従って、得られた結果より、今回の構造での電流コラプスは表面に存在する i-GaN 層に存在する電子の捕獲によるものと考えている。

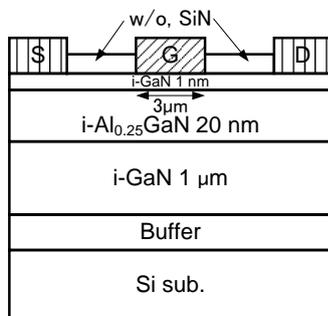
[1] K. Tanaka *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys **52** (2013) 04CF07[2] S. Chen *et al.*, J. Appl. Phys. **112** (2012) 053513

Fig. 1 Cross-sectional structure of AlGaIn/GaN HEMT

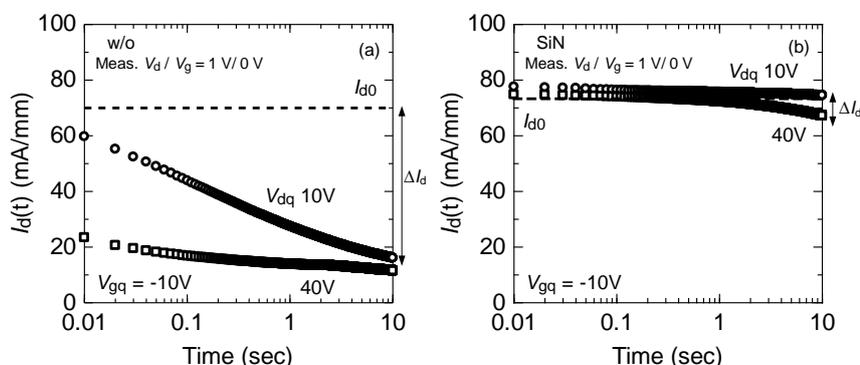


Fig. 2 Transient of  $I_d$  under  $V_d=1\text{ V}$  and  $V_g=0\text{ V}$  as a function of stress time at  $V_{dq}=10, 40\text{ V}$  and  $V_{gq}=-10\text{ V}$ . (a) w/o (b) SiN.