

## オペランド顕微分光法を用いた GaN-HEMT における 電流コラプス現象の発生機構に関する研究

Study on the mechanism of current collapse in GaN-HEMT using the *operando*  
microspectroscopy

○大美賀 圭一<sup>1</sup>, 館野 泰範<sup>2</sup>, 河内 剛志<sup>2</sup>, 駒谷 務<sup>3</sup>, 永村 直佳<sup>4</sup>, 今野 隼<sup>5</sup>, 高橋 良暢<sup>5</sup>,  
小嗣 真人<sup>5</sup>, 堀場 弘司<sup>6</sup>, 尾嶋 正治<sup>7</sup>, 末光 真希<sup>1</sup>, 吹留 博一<sup>1</sup>

(1. 東北大学通研, 2. 住友電気工業, 3. 住友電工デバイス・イノベーション, 4. NIMS,  
5. 東京理科大学, 6. KEK/PF, 7. 東京大学)

○Keiichi Omika<sup>1</sup>, Yasunori Taten<sup>2</sup>, Tsuyoshi Kouchi<sup>2</sup>, Tsutomu Komatani<sup>3</sup>, Naoka Nagamura<sup>4</sup>,  
Shun Konno<sup>5</sup>, Yoshinobu Takahashi<sup>5</sup>, Masato Kotsugi<sup>5</sup>, Koji Horiba<sup>6</sup>, Masaharu Oshima<sup>7</sup>,  
Maki Suemitsu<sup>1</sup>, Hirokazu Fukidome<sup>1</sup>

(1.Tohoku-Univ. RIEC, 2.Sumitomo Electric Industries, Ltd., 3.Sumitomo Electric Device  
Innovations, Inc., 4.NIMS, 5.Tokyo University of Science, 6.KEK/PF, 7.The University of Tokyo)

E-mail: omika@riec.tohoku.ac.jp

AlGaIn/GaN 界面に二次元電子系を形成することを特徴とする GaN-HEMT(High Electron Mobility Transistor)は高電子移動度かつ高キャリア密度といった優れた性質を有している。ゆえに、GaN-HEMT は次世代の大出力・高周波デバイスとして期待され、特にミリ波帯での高信頼性な高出力動作に向け研究が盛んに行われている。この GaN-HEMT が抱える大きな課題の一つとして電流コラプス現象が挙げられる。電流コラプス現象とは、高電圧ストレス印加により、オン抵抗が増加する現象である。この現象は、ゲート及びドレインへの高電圧印加により発生する局所電界集中による表面準位の電子トラップにより引き起こされていると推論されている。しかしながら、この推論は主に巨視的な電氣的評価によるものであり、原因となる化学種の特特定や発生機構の解明には至っていないのが現状である。

本発表では、実動作下にあるデバイスの表面の電子状態を微視的かつ元素選択的に観察することができるオペランド顕微 X 線光電子分光測定[1]により、電流コラプス現象を引き起こす表面準位による電子捕獲過程を明らかにすることを目的とした研究結果を報告する。本測定には SPring-8 BL07LSU に設置されている空間分解能 70 nm を有する 3D nano-ESCA[2]を用いた。

図 1 にオペランド顕微 X 線光電子分光測定結果を示す。Ga 3d の束縛エネルギーが、表面準位がない理想的な表面から予想される変化よりもドレイン側に広がって緩やかに変化していることが明らかとなった。この変化は高電圧ストレス印加に起因する表面準位への電子捕獲によって発生する表面電位の変化で説明できる。また、捕獲された電子の密度は  $9 \times 10^{12} \text{ [cm}^{-2}]$  程度であることをデバイスシミュレーションから明らかにした。また、SiN 膜のパッシベーションにより電子捕獲が抑制されることを定量的に明らかにした。

[1] H.Fukidome et al., APEX, 7, 065101 (2014)

[2] K.Horiba et al., Rev. Sci. Instrum., 82, 113701 (2011)

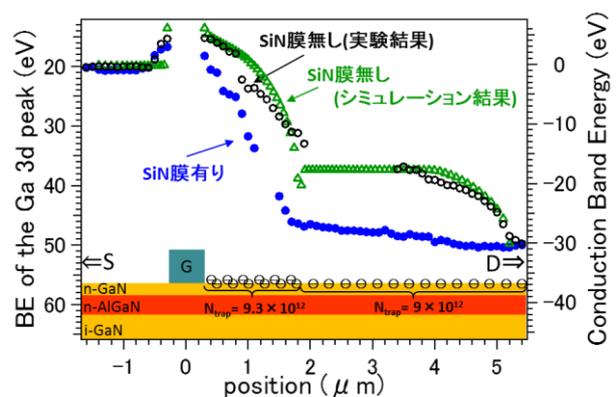


Fig 1. Changes in the binding energy of the Ga 3d spectrum of the sample without and with SiN passivation layer.