

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機構解明

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

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

(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 Omika¹, Yasunori Tateno², Tsuyoshi Kouchi², Tsutomu Komatani³, Naoka Nagamura⁴,
Syun Konno⁵, Yoshinobu Takahashi⁵, Masato Kotsugi⁵, Koji Horiba⁶, Masaharu Oshima⁷,
Maki Suemitsu¹, Hirokazu Fukidome¹

(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 界面にピエゾ分極と自発分極に起因する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、デバイスへの高電圧ストレス印加により、電流が減少、すなわち、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[1]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 2p スペクトルにおいて、高電圧ストレス印加により 1113 eV 付近に新たなピークが出現した。このピークはストレス電圧をゲートにのみ印加した際には、ゲート電極の両側に出現した。さらに、ゲートに加えドレインにもストレス電圧を印加した場合には新たなピークの出現はドレイン側のゲート電極近傍のみとなった。このような新たなピークの出現領域の変化はゲート・ドレイン電圧により発生する局所電界集中が起こっている領域と一致する。このことから、今回観測された 1113 eV 付近のピークは電流コラプスの原因となる表面準位による電子捕獲に関連するものと考えられる。

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

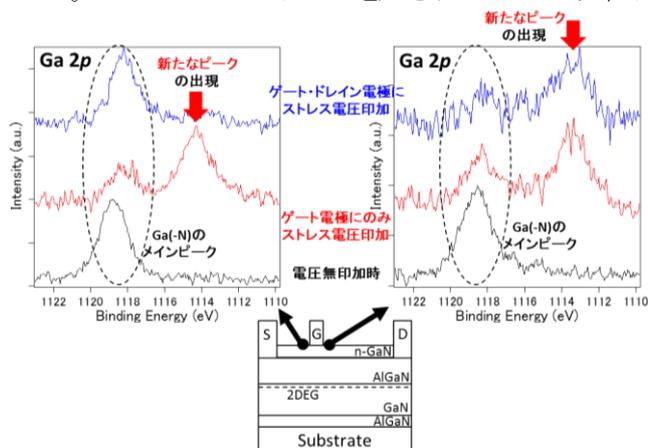


Fig 1. Schematic drawing of the device and Ga2p spectrum during applying high voltage stress