

## 高圧水蒸気処理による AlGaN/GaN HEMT の電流コラプス抑制

### Suppressed Current Collapse in AlGaN/GaN HEMTs by High Pressure Water Vapor Annealing

福井大院工<sup>1</sup>, 奈良先端科学技術大学院大学<sup>2</sup>, 北大量集センター<sup>3</sup>, 小林 洋平<sup>1</sup>, アスバル ジョエル<sup>1</sup>,  
吉嗣 晃治<sup>2</sup>, 谷田部 然治<sup>3</sup>, 徳田 博邦<sup>1</sup>, 堀田 昌宏<sup>2</sup>, 浦岡 行治<sup>2</sup>, 橋詰 保<sup>3</sup>, 葛原 正明<sup>1</sup>

Univ. of Fukui<sup>1</sup>, Graduate School of Materials Science Nara Institute of Science and Technology<sup>2</sup>,

RCIQE Hokkaido Univ.<sup>3</sup>, Yohei Kobayashi<sup>1</sup>, Joel T. Asubar<sup>1</sup>, Koji Yoshitsugu<sup>2</sup>, Zenji Yatabe<sup>3</sup>, Hirokuni Tokuda<sup>1</sup>,

Masahiro Horita<sup>2</sup>, Yukiharu Uraoka<sup>2</sup>, Tamotsu Hashizume<sup>3</sup>, and Masaaki Kuzuhara<sup>1</sup>

E-mail : kobayashi2012y@gmail.com, joel@u-fukui.ac.jp

**1. はじめに** AlGaN/GaN HEMT は低抵抗・高耐圧・高温動作などの観点から、次世代のパワーデバイスとして期待されている。しかし、高電圧を印加した際、低電圧印加時に比べてオン抵抗( $R_{on}$ )が増大する電流コラプスが問題となっている。前回我々は、AlGaN/GaN HEMT において、高圧水蒸気(High Pressure Water Vapor Annealing : HPWVA)処理を表面保護膜形成前処理として用いることで、電流コラプスを効果的に抑制できることを報告した[1]。今回我々は、HPWVA 処理を行った AlGaN 表面を、X 線光電子分光法(XPS)を用い表面状態の分析を行い、電気的特性との関係性について調査した。

**2. 作製プロセス** 試料には SiC 基板上に成長した  $Al_{0.20}Ga_{0.80}N/GaN$  (AlGaN 厚 : 25 nm)を用いた。デバイスプロセスとして、素子分離、オーミック電極及びゲート電極の形成を行った後 HPWVA 処理を行った。処理条件として、圧力は 0.5 MPa、温度は 400 °C、時間は 75 分とした。その後表面保護膜として SiN 膜を成膜した。デバイス構造はゲート長 3  $\mu m$ , ゲート-ドレイン間距離 10  $\mu m$  である。また、別途 XPS 分析用サンプルとして、有機洗浄と HPWVA 処理のみを行ったサンプルと、有機洗浄のみを行ったサンプル計 2 種類の AlGaN 表面サンプルの XPS 分析を行った。

**3. 結果** 図1にパルス I-V 測定から求めた規格化動的オン抵抗(Normalized Dynamic  $R_{on}$  : NDR)のオン時間( $t_{on}$ )依存性を示す。NDR は動的オン抵抗(Dynamic  $R_{on}$ )と静的オン抵抗(Static  $R_{on}$ )の比で定義した[1]。オフ時間( $t_{off}$ )は 100 ms で一定とし、 $t_{on}$  を 1  $\mu s$  から 10 s まで変化させた。オフ時のドレイン電圧( $V_{ds,off}$ )は 100 V とし、負荷抵抗は 10 k $\Omega$  を用いた。HPWVA 処理を行ったサンプルは全体的に NDR が小さく、 $t_{on} = 5 \mu s$  でコラプスフリーとなり、電流コラプスが大幅に抑制されている。図2に N1s ピーク強度で規格化した O1s XPS スペクトルを示す。HPWVA を行ったサンプルは O1s ピーク強度が増加しており、HPWVA 処理によって AlGaN 表面が酸化されていることがわかる。HPWVA による酸化は、GaN に対する N1s XPS スペクトルからも支持されており、HPWVA 処理により最表面 (1-2 nm 程度) が酸化している可能性がある。また、AlGaN 表面の酸化による表面準位の低減が報告されており[2]、以上より、HPWVA 処理は AlGaN 表面の酸化を引き起こし、表面準位を低減することでトラップされる電子を減らし、電流コラプスが抑制されると考えられる。

**4. 結論** HPWVA 処理を表面保護膜成膜前処理として用いた AlGaN/GaN HEMT を試作し、電流コラプス特性を評価した結果、電流コラプスの抑制に効果があることがわかった。また、XPS 分析より、HPWVA 処理によって AlGaN 表面が酸化されていることがわかり、酸化による表面準位の低減が電流コラプスの抑制に繋がると考えられる。

**参考文献** [1] Y. Kobayashi, et al., 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-A22-9 (2014).

[2] Y. Hori, et al., Phys. Status Solidi C 9 (6), 1356 (2012).

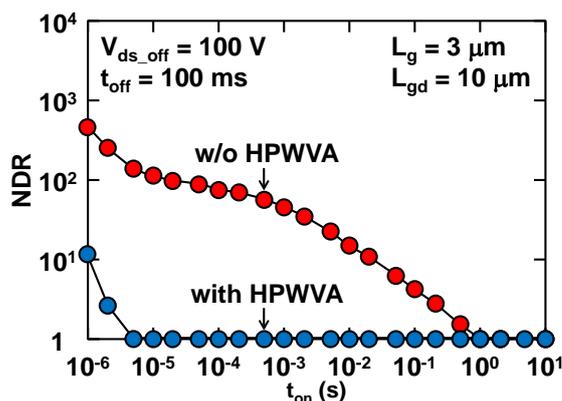


図1 NDR の  $t_{on}$  依存性

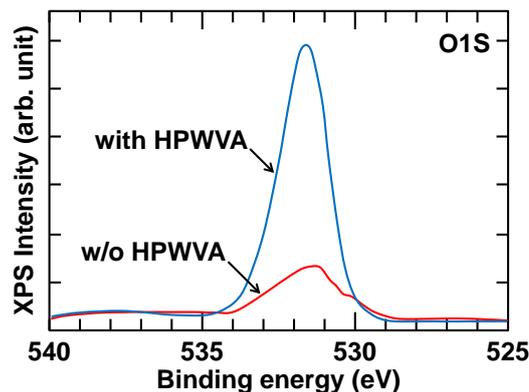


図2 AlGaN 表面の O1s XPS スペクトル