

AlGaN/GaN HEMT における発光と電流コラプスの相関

Correlation between Electroluminescence and Current Collapse in AlGaN/GaN HEMTs

福井大院工 °大井 慎太郎、坂井田 佳紀、Joel. T. Asubar、徳田 博邦、葛原 正明

Graduate School of Engineering, University of Fukui

°Shintaro Ohi, Yoshiki Sakaida, Joel. T. Asubar, Hirokuni Tokuda, Masaaki Kuzuhara

E-mail: ooishinntarou@gmail.com, kuzuhara@fuee.u-fukui.ac.jp

はじめに AlGaN/GaN HEMT は低損失パワースイッチング用デバイスとして期待されている。我々は SiN パシベーション前の前処理として O₂ プラズマ処理を行うことにより、電流コラプスが改善することを報告した[1]。一方、HEMT に高ドレイン電圧を印加すると、ゲート・ドレイン電極間で発光することが報告されている[2]。今回、AlGaN 表面にプラズマ処理あり/なしの HEMT について電流コラプスと発光特性を調べ、両者には相関があることを見出したので報告する。

実験 SiC 基板上に AlGaN/GaN ヘテロ構造を成長させたエピ結晶を用いた (GaN チャネル層 500nm、Al_{0.2}Ga_{0.8}N 障壁層 25nm)。オーミック電極、ゲート電極を形成後、SiN 表面保護膜堆積前に O₂ プラズマを AlGaN 表面に照射した(100W, 1 分)。比較のため、O₂ プラズマ処理なしのデバイスも作製した。ゲート長は 3 μm、ゲート・ドレイン間距離は 25 μm である。電流コラプス評価のため、動的オン抵抗と静的オン抵抗の比を規格化オン抵抗(NDR)と定義した。

結果 図 1 にピンチオフ状態 ($I_{ds} < 1$ mA/mm) で V_{ds} を増加させたときに観測される発光を示す。(a)はプラズマ処理あり、(b)は処理なしの場合である。O₂ プラズマ処理ありの場合は、ドレイン電圧を印加するとゲート・ドレイン間全体に一樣な赤色の発光が広がる。一方、O₂ プラズマ処理なしの場合は、ドレイン電圧を印加するとドレイン電極端から白色の発光が見られた。これらの傾向は破壊の寸前まで変わらなかった。この結果はプラズマ処理ありのデバイスでは、電界はドレイン電圧の印加により一様に広がってゆくが、処理なしのデバイスでは電界がドレイン端に集中することを示している。図 2 に発光強度のドレイン電圧依存性を示す。処理有りの HEMT の発光強度は、ドレイン電圧の増加に伴い緩やかな上昇が起こった。一方、処理なしの HEMT の発光強度は、ドレイン電圧が増加するにつれて急激な上昇が見られた。また、プラズマ処理ありのデバイスでは、プラズマ処理なしに比べて NDR が一桁以上低減する結果が得られ、プラズマ処理によってコラプスが抑制された[1]。電界集中は AlGaN 表面の負電荷により生じると考えると、O₂ プラズマ処理によるコラプス抑制の効果は、この表面負電荷の密度が減少していることに対応する。

まとめ AlGaN 表面に O₂ プラズマ処理有り/無しの HEMT を試作し、電流コラプスと発光特性の関係を調べた。その結果、コラプスが小さい HEMT では、ゲート・ドレイン間全体に一樣な赤色の発光が広がり、発光強度の緩やかな上昇が見られた。それに対し、コラプスが大きい HEMT では、ドレイン電極端で白色の発光が生じ、発光強度の急激な上昇が起こることが分かった。この結果は、AlGaN 表面の負電荷密度に対応しているものと考えられる。

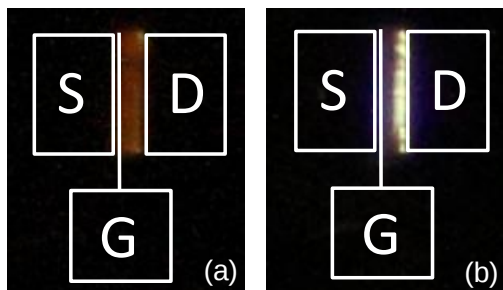


図 1. デバイスの発光時の表面写真。(a) O₂ プラズマ処理あり (b) O₂ プラズマ処理なし

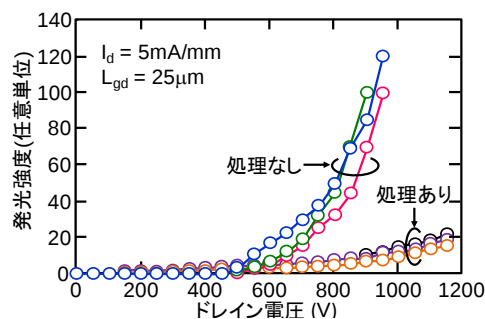


図 2. 発光強度のドレイン電圧依存性

謝辞 本研究の一部は JST スーパークラスタープログラムの支援によって実施されたものである。

参考文献 [1] Y. Sakaida et al., CS MANTECH 2014, 197.

[2] M. Meneghini et al., IEEE Electron Device Lett., vol. 33, pp. 375-377, Mar. 2012.