三次元フィールドプレート構造を用いた AlGaN/GaN HEMT の電流コラプス改善

Improved Current Collapse in AlGaN/GaN HEMTs with 3-Dimensional Field Plate Structure

福井大院工 秋良 鴻介、°鈴木 敦也、Joel T. Asubar、徳田 博邦、葛原 正明
Graduate School of Engineering, University of Fukui
Kosuke Akira, °Atsuya Suzuki, Joel T. Asubar, Hirokuni Tokuda, Masaaki Kuzuhara
E-mail: suzuki.atsuya1223@gmail.com

はじめに　AlGaN/GaN HEMT は高耐圧、低損失の次世代パワー素子への応用が期待されている[1]。しかし、電流コラプスによるオン抵抗の増加が問題となっており、この抑制策としてフィールドプレート(FP)構造の導入が有効であることが報告されている[2]。本研究ではこの FP の改善効果をより強めるために三次元 FP(3DFP)構造を用いた AlGaN/GaN HEMT を試作し、電流コラプスの評価を行った。

実験　本研究では、SiC 基板上に MOCVD 法によって AlGaN/GaN ヘテロ構造を成長させたエピ結晶を用いた。AlGaN 厚は 25 nm で Al 組成は 20%である。図 1 に 3DFP を用いた AlGaN/GaN HEMT の俯瞰図を示す。ゲート幅は 100 μm、ゲート-ソース間距離 3 μm、ゲート長 3 μm、ゲート-ドレイン間距離 10 μm である。3DFP は以下の方法により形成した。ドレイン側のゲート近傍に EB 描画装置を用いてパターニング後、BCl_3 と Cl_2 の混合ガスを用いたドライエッチングにより溝を形成した。その後表面保護膜として SiN(100 nm)を成膜し、FP 金属(Ti/Au)を蒸着した。FP 長は 3 μm、溝の長さ 2.5 μm、溝幅 0.3 μm、溝間距離 0.9 μm、溝深さ 0.2 μm である。電流コラプスの評価のためにパルス I-V 測定を行い、動的オン抵抗を求めた。この動的オン抵抗と直流測定から得られた静的オン抵抗の比を規格化オン抵抗(Normalized Dynamic R_{on}:NDR)と定義した。

結果　3DFP 構造素子では最大電流 0.36 A/mm、閾値電圧-3.2 V、3 端子耐圧 700 V が得られた。これらは従来素子と同等の値であった。図 2 に NDR のオフ時ソース-ドレイン間電圧(V_{ds_off})依存性を示す。FP の無い従来素子に比べ、通常の FP 構造素子では電流コラプスが約 10 倍抑制され、さらに 3DFP 構造素子では従来素子比 100 倍以上に改善された。3DFP の導入により NDR は最大でも 1.1 以下に抑えられ、ほぼコラプスフリーの動作が得られた。

まとめ　3DFP 構造を用いた AlGaN/GaN HEMT を新規に試作し、電流コラプスを従来 HEMT 及び通常 FP 構造 HEMT と比較した。その結果、3DFP 構造では従来構造に比べて電流コラプスが 100 倍以上改善されることが分かった。

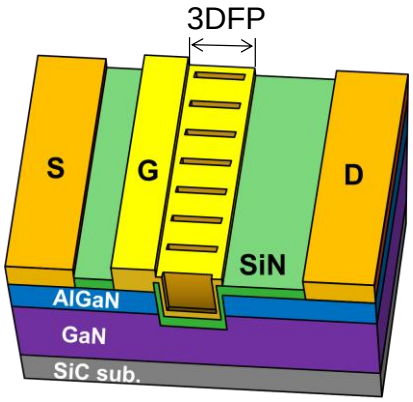

図 1. 3DFP 構造を用いた AlGaN/GaN HEMT の俯瞰図

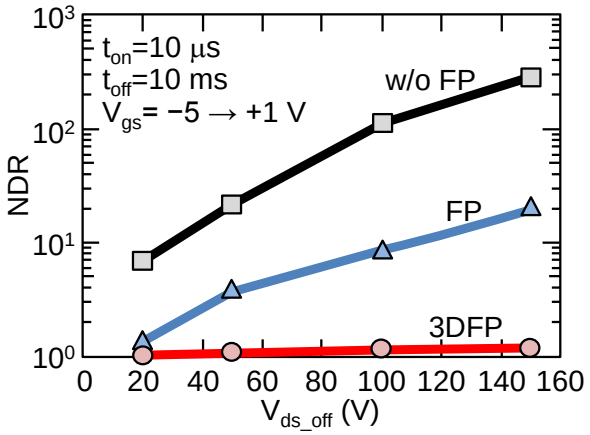

図 2. NDR のソース-ドレイン間電圧依存

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] 葛原 正明:応用物理学会誌, **81**, 464 (2012).
[2] M. T. Hasan et al., *IEEE Electron Device Lett.*, **34**, 1379 (2013).

© 2015年 応用物理学会