

三次元 FP 構造 AlGaIn/GaN HEMT の電流コラプスに与える 溝エッチング深さの効果

Effect of groove depth on current collapse in 3DFP AlGaIn/GaN HEMTs

福井大院工 ○鈴木 敦也, J. T. Asubar, 徳田 博邦, 葛原 正明

Graduate School of Engineering, University of Fukui

○Atsuya Suzuki, J. T. Asubar, Hirokuni Tokuda, Masaaki Kuzuhara

E-mail: suzuki.atsuya1223@gmail.com

はじめに AlGaIn/GaN HEMT は高耐圧、低損失の次世代パワースイッチング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深刻な問題となっている。これを抑制する方法として三次元フィールドプレート(3DFP)構造を用いることが有効であることを報告した[2]。本研究では、3DFP をもつ AlGaIn/GaN HEMT において溝のエッチング深さを変化させたデバイスを試作し、溝の深さが電流コラプスに与える影響について検討した。

実験 本研究では、SiC 基板上に MOCVD 法によって AlGaIn/GaN ヘテロ構造を成長させたエピ結晶を用いた。AlGaIn 厚は 25 nm で Al 組成は 20%である。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 とした。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 の混合ガスでドライエッチングを行うこと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 である。この際、溝深さを 15 nm から 200 nm まで変化させたデバイスをそれぞれ作製した。電流コラプスを評価するためにパルス I-V 測定を行い、動的オン抵抗(Dynamic R_{on})を求めた。この Dynamic R_{on} と静的オン抵抗(Static R_{on})の比を規格化オン抵抗(Normalized Dynamic R_{on} :NDR)とした。

結果・考察 図 1 に NDR のオフ時ソース-ドレイン間電圧($V_{\text{ds,off}}$)依存性を示す。3DFP において溝の深さが 15~50 nm までは通常の FP と比較して NDR に有意な差は見られなかった。しかし、深さを 100 nm としたサンプルでは電流コラプスに大幅な改善が見られた。さらに深さを 150、200 nm としたサンプルにおいて電流コラプスはほぼ完全に抑制されることが確認された。この結果から、3DFP 構造において FP 電極が 2DEG 層に近接した場合に電流コラプスを抑制する効果が強められることがわかる。これは、3DFP が絶縁膜を挟んで 2DEG 層の電子を直接引き付けることで 2DEG 層に電子を供給し、電流コラプスによるオン抵抗の増加を防いだためだと考えられる (図 2)。

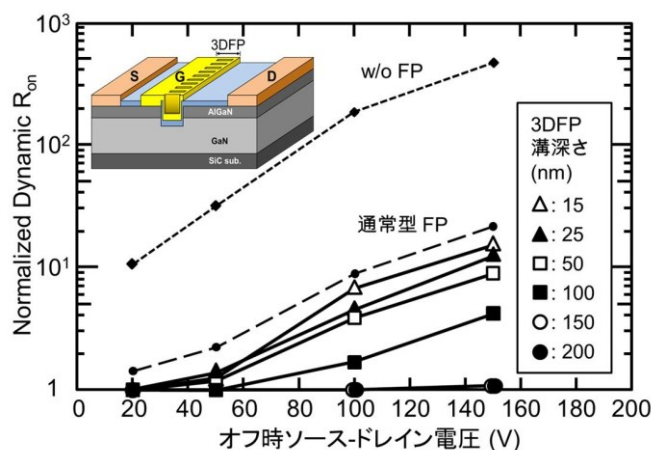


図 1. 溝深さによる NDR のオフ時
ソース-ドレイン間電圧依存性

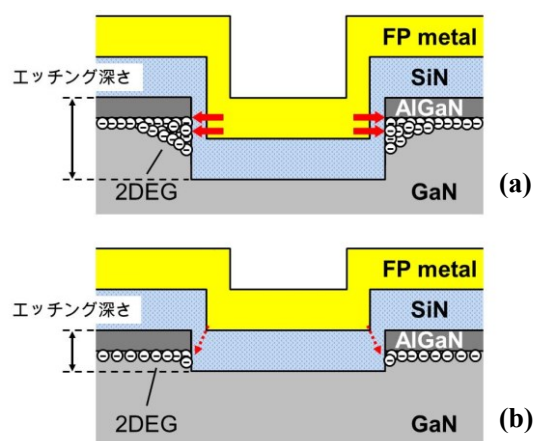


図 2. 3DFP の電流コラプス抑制のメカニズム
(a)溝が深いサンプル、(b)溝が浅いサンプル

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] U.K. Mishra, P. Parikh, and Y. Wu, Proc. IEEE, vol. 90, pp. 1022-1031, Jun. 2002.

[2] 秋良 鴻介, 鈴木 敦也, J. T. Asubar, 徳田 博邦, 葛原 正明, 第 62 回応用物理学会
春季学術講演会予稿集, 251(2015)