

## 高周波 GaN HEMT の高性能化に向けたデバイス開発

### Advanced device technologies for high-frequency GaN HEMTs

富士通<sup>1</sup>, 富士通研<sup>2</sup> ○尾崎史朗<sup>1,2</sup>, 牧山剛三<sup>1,2</sup>, 多木俊裕<sup>1,2</sup>, 熊崎祐介<sup>1,2</sup>, 新井田佳孝<sup>1,2</sup>,  
佐藤優<sup>1,2</sup>, 美濃浦優一<sup>1,2</sup>, 山田敦史<sup>1,2</sup>, 小谷淳二<sup>1,2</sup>, 岡本直哉<sup>1,2</sup>, 中村哲一<sup>1,2</sup>

Fujitsu<sup>1</sup>, Fujitsu Labs.<sup>2</sup>, °S. Ozaki<sup>1,2</sup>, K. Makiyama<sup>1,2</sup>, T. Ohki<sup>1,2</sup>, Y. Kumazaki<sup>1,2</sup>, Y. Niida<sup>1,2</sup>,  
M. Sato<sup>1,2</sup>, Y. Minoura<sup>1,2</sup>, A. Yamada<sup>1,2</sup>, J. Kotani<sup>1,2</sup>, N. Okamoto<sup>1,2</sup>, and N. Nakamura<sup>1,2</sup>

E-mail: ozaki.shirou@fujitsu.com

近年、スマートフォンの普及によりモバイルデータトラフィックは爆発的に増え、今後も Internet of Things (IoT)や Machine-to-Machine (M2M)通信により、更なるデータトラフィックの増加が予想される。これらの無線通信には、通信の大容量化・低遅延が求められるため、既存の周波数帯に加え、ミリ波帯の利用が検討されている。ミリ波帯は広い周波数帯域を確保でき大容量化に有効であるが、電波の到達距離が短い特性を持つ。この課題を解決する一つの手法が、パワーアンプの高出力化である。

GaN 高電子移動度トランジスタ (HEMT: High Electron Mobility Transistor)は、高い絶縁耐圧や高い飽和速度といった優れた物性に加え、ヘテロ接合で誘起される二次元電子ガス (2DEG: Two-dimensional Electron Gas)により高い電子密度と電子移動度が得られ、パワーアンプの高出力化と高周波化を両立できる。そのため、マイクロ波帯においては、無線通信やレーダ用途で、LDMOS や GaAs デバイス、および真空管を置き換える動きが進んでおり、同時にミリ波帯への応用を目指した研究開発も進められている。ミリ波帯での出力性能を向上させるためには、デバイスのゲート長短縮によるゲート容量低減、低いオン抵抗と高濃度の 2DEG による高電流密度化が有効と考えている。

しかしながら、これらのミリ波向けデバイスでは、ゲート近傍の高電界による電圧ストレスによりドレイン電流が低下する現象(電流コラプス)が顕著となり、パワーアンプの出力低下に繋がる。電流コラプスは、ゲート端の電界によって加速された電子が、GaN HEMT の絶縁膜/半導体界面に存在する界面準位に捕獲されることが原因の一つと考えられている。よって、それらを抑制するためには界面準位の起源を明らかにするとともに、制御技術の開発が必要である。一方、電流コラプスにはデバイスの吸湿も影響することがわかっているため、デバイスの配線層間絶縁膜には、寄生容量低減のため低誘電率(Low-k)であることに加え、低い吸湿性が求められる。

本発表では、高周波 GaN HEMT の電流コラプスと寄生容量を低減するため、原子層堆積(ALD: Atomic Layer Deposition)-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いた界面制御技術、ならびに低吸湿 Low-k 絶縁膜を用いた“ゲート周辺の空洞化技術”について、詳細な検討結果を紹介する。

#### 謝辞

- ・本研究の一部は、独立行政法人 情報通信研究機構 (NICT) の委託研究「高い臨時設営性を持つ有無線両用通信技術の研究開発」によって行われた。
- ・本研究の一部は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度の支援を受けたものである。