キャップ/供給層界面制御による AlGaN/GaN HEMT の ゲートリーク電流低減効果

Reduction of gate leakage current in AlGaN/GaN HEMTs by controlling cap/barrier interface

°山田 敦史、小谷 淳二、石黒 哲郎、苫米地 秀一、中村 哲一、渡部 慶二（富士通研究所）

°Atsushi Yamada, Junji Kotani, Tetsuro Ishiguro, Shuichi Tomabechi, Norikazu Nakamura and Keiji Watanabe (Fujitsu Laboratories Ltd.)

E-mail: atsushi.y@jp.fujitsu.com

はじめに

GaN高電子移動度トランジスタ（HEMT）は高出力・高効率な高周波デバイスとして期待されている。我々はデバイスの高耐圧化および電流コラプスの抑制を目的としてn-GaN cap層を導入している[1]。しかしながら、さらなる高効率化のため、n-GaN cap層の高品質化を試みるとゲートリーク電流（I_{gLeak}）が増加するという問題がある。

有機金属化学気相成長（MOVPE）法において、カーボン不純物の少ない高品質なGaN結晶を得るためには高圧成長が必要となる。一方、AlGaN結晶については、原料であるトリメチルアルミニウムとアンモニアの気相反応を抑制するため、低圧成長が好ましい。つまり、AlGaN供給層からGaNキャップ層への成長移行時に圧力変更のための成長中断が必要となる。この成長中断がI_{gLeak}の増大を引き起こしていると考えられる。そこで我々は、高I_{gLeak}の原因を詳細に調査し、低I_{gLeak}を実現する結晶構造を検討したので報告する。

実験

本研究で用いたAlGaN/GaN-HEMTはMOVPE法により成長した。半絶縁性SiC基板上にバッファ層、GaN電子走行層、n-AlGaN供給層、n-GaNキャップ層を順次形成した。我々はI_{gLeak}低減のため、GaNキャップ層/AlGaN供給層界面に着目し評価を行った。界面構造の評価は走査透過電子顕微鏡（STEM：Scanning Transmission Electron Microscopy）およびエネルギー分散型X線分光法（EDX：Energy Dispersive X-ray Spectroscopy）により行い、不純物分布の評価は二次イオン質量分析法（SIMS：Secondary Ion Mass Spectrometry）より行った。また、I_{gLeak}はショットキダイオードを作製し、DC測定により評価を行った。

結果と考察

STEM-EDX分析からGaN cap層/AlGaN供給層界面には、高Al組成のAlGaN層が存在することがわかった。さらに、この高Al組成層はSIMS分析から高濃度のSiドーパントを含むことが確認された（Fig.1）。この高濃縮Siを含む高Al組成層が、I_{gLeak}の増大を引き起こしていると考えられる。続いて、高I_{gLeak}の主要因を特定するため、AlGaN供給層へのSiドーピング有無によるI_{gLeak}の変化を調べた。n-AlGaN供給層およびud-AlGaN供給層を有するHEMTの電流-電圧特性から、n-AlGaN供給層はud-AlGaN供給層と比較してI_{gLeak}が高いことがわかった。両サンプルともに高Al組成層を有しており、n-AlGaN層のみ高濃縮Siを有することから、高I_{gLeak}の原因は高濃縮Siであることがわかる。以上の結果から、高品質n-GaNキャップ層形成時にI_{gLeak}を抑制するためには、ud-AlGaN供給層により高濃縮Siを抑制することが重要であることがわかった。

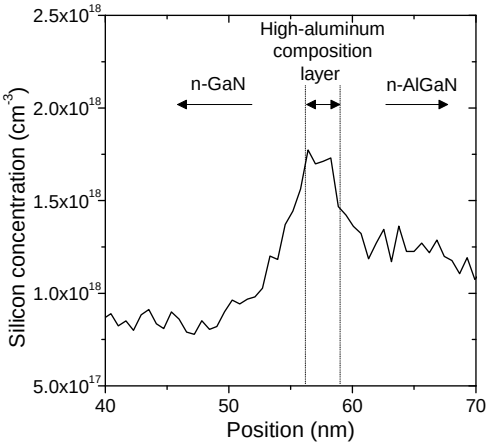

Fig.1 SIMS depth profile

[1] T. Kikkawa, M. Nagahara, N. Okamoto, Y. Tateno, Y. Yamaguchi, N. Hara, K. Joshin and P. M. Asbeck, IEDM Tech. Digest, pp.585-588 (2001).

© 2015年 応用物理学会