$Al_xGa_{1-x}N$/GaN MOS-HEMT のゲート制御特性評価

Characterization of $Al_xGa_{1-x}N$/GaN MOS-HEMTs

北大量集センター
○安藤 祐次，金木 奨太，西口 賢弥，橋詰 保
Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido Univ.
°Y.Ando, S. Kaneki, K. Nishiguchi and T. Hashizume
E-mail: ando@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】次世代通信システムでは、RF 増幅器の更なる高周波化、高効率化、高線形性が要請されている。その主要素子として GaN 系 HEMT はこれまで以上の性能向上が期待されており、バリア層として高 Al 組成 AlGaN や InAlN の研究が進められ、また、大振幅動作時の効率・線形性の点から、絶縁ゲート HEMT の検討も行われている。しかし、絶縁膜/AlGaN の界面特性に関しては不明な点が多く、特に、Al 組成を高くした場合の特性を系統的に調べた例は少ない。ここでは、$Al_xGa_{1-x}N$/GaN HEMT に MOS 構造を形成し、そのゲート制御特性を調べたので報告する。

【実験】図 1 に AlGaN/GaN HEMT 構造を示す。半絶縁 SiC 基板上に、アンドープ GaN 層、$Al_xGa_{1-x}N$ 層が成長された構造である。Al 組成 0.24 および 0.28 の 2 種の試料を使用し、バリア膜厚はそれぞれ 20nm と 15nm、2DEG 密度は $8\times10^{12}cm^{-2}$, $1.1\times10^{13}cm^{-2}$ であった。ショットキーゲート HEMT と MOS-HEMT を作製した。MOS-HEMT には ALD で堆積した Al_2O_3 膜を用いた。H_2O と TMA を原料として用い、堆積温度を 300℃とした。ゲート長は 5μm、ゲート幅は 100μm、GD 間隔は 5μm である。

【結果と考察】図 2 にショットキーゲート HEMT(SG-HEMT)の伝達特性を示す。2 つの HEMT とも良好な特性を示した。2DEG 密度の違いを反映して、Al 組成 0.24 の HEMT は浅い V_{TH} となった。また、g_m 最大値の相違はバリア膜厚の違いを反映している。

次に MOS-HEMT の伝達特性を図 3 に示す。両者とも、HEMT 作製後に大気アニール処理（300℃/3 時間）を行っている[1]。SG-HEMT と同様に、バリア膜厚の違いを反映して g_m 最大値に差が観測された。Al 組成 0.24 の HEMT は、順バイアス領域においてもドレイン電流の増加が見られるが、組成 0.28 の素子は急激に電流が飽和する。順バイアスでは、Al_2O_3/AlGaN 界面において伝導帯下端近傍の界面準位がイオン化し、準位密度が高い場合にはゲート電界を遮蔽する影響が大きい。そのため、AlGaN 表面ポテンシャルのゲート変調が阻害され、2DEG 密度が変化しなくなり順バイアスでの電流線形性が劣化すると考えられる。

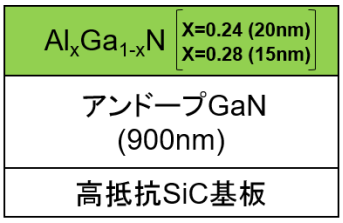

図 1. AlGaN/GaN HEMT 構造

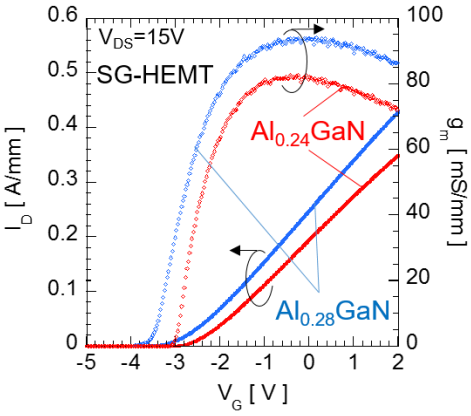

図 2. Schottky HEMT 伝達特性

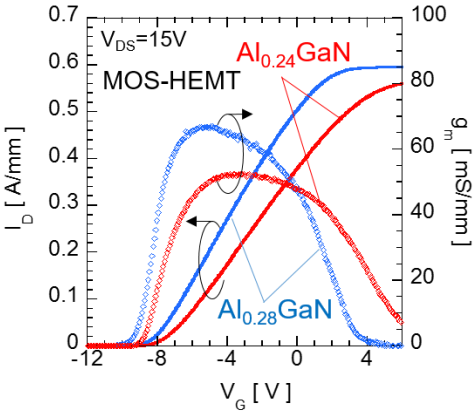

図 3. MOS HEMT 伝達特性

謝辞：本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人：NEDO)によって実施されました。

[1] S. Kaneki, J. Ohira, S. Toiya, Z. Yatabe, J. T. Asubar and T. Hashizume, Appl. Phys. Lett. **109**, 162104 (2016).

© 2017年 応用物理学会