AlGaN/GaN 界面準位が分極接合基板上 p-MOSFET の電流特性に与える影響

Effect of Interface State at AlGaN/GaN Interfaces on I-V characteristics of

GaN p-MOSFETs on Polarization-Junction Substrates

東工大¹, 産総研², 九州大³ ⁰鶴田 脩真¹, 星井 拓也¹, 中島 昭²

西澤 伸一³, 大橋 弘通¹, 角嶋 邦之¹, 若林 整¹, 筒井 一生¹

Tokyo Tech¹, AIST², Kyushu Univ.³ °S. Tsuruta¹, T. Hoshii¹, A. Nakajima²

S. Nishizawa³, H. Ohashi¹, K. Kakushima¹, H. Wakabayashi¹, and K. Tsutsui¹

E-mail: tsuruta.s.ab@m.titech.ac.jp

【序論】我々は GaN 基板上 P/N 相補型駆動回路 の実現・高性能化のため、分極接合による高濃 度二次元正孔ガス(2DHG)の形成技術[1]を利用 した P チャネル MOSFET のデバイス特性を評価 し、バックゲート電圧による閾値電圧の制御[2] などを報告してきた。さらに、AlGaN/GaN 界面 に界面準位を想定することで、デバイスシミュ レーションにおいて AlGaN/GaN 界面に生じる 二次元電子ガス(2DEG)および 2DHG を枯渇さ せるバックゲート電圧が、実測を一部よく再現 することを報告した[3]。今回は CV 特性に対す る想定した界面準位の感度を評価するとともに、 P チャネル MOSFET の *Id-Vg* 特性への影響につ いて検討を行ったので報告する。

【手法】 作製・実測した分極基板上 GaN P チャネル MOSFET (Fig. 1) [2, 3]の設計に準じた構造に対し、SentaurusTM (Synopsys. Inc.)を用いたデバイスシミュレーションを行った。シミュレーションに際して、Al_{0.23}Ga_{0.77}N/GaN 界面に生じる分極電荷は 1.28×10^{13} cm⁻²の固定電荷として導入した。また、AlGaN/GaN 界面の界面準位について、AlGaN の上下界面ともに同じ密度と分布を仮定した。

【結果】Fig.2に AlGaN/GaN 界面のミッドギャ ップにσ=0.5 eV のガウス分布を持つ準位を導 入した場合のバックゲート - ソース/ドレイン 間の容量-電圧(C_{bs} - V_{bs})特性を示す。ミッドギャ ップ準位のピーク密度に対し、Cbs-Vbs 特性のシ フト量はほぼ線形であることがわかる。ピーク 濃度が 2×10¹² cm⁻²eV⁻¹のとき実測の Cbs-Vbs 特 性をよく再現する。Fig.3にミッドギャップ準位 のピーク密度を 0, 2×10^{12} cm⁻²eV⁻¹としたとき の Id-Vg 特性から抽出した閾値電圧(V_{th})のバッ クゲート電圧依存性を示す。実測値より1V程 度大きな閾値となったものの Vbs の増加による Vth シフトが実測と近い飽和傾向を示している。 このことから AlGaN/GaN 界面の界面準位は分 極接合基板上デバイスの動作に与える影響が大 きく、デバイス動作の解明や高性能化のために 重要な要素であるといえる。

- [1] A. Nakajima, et. al., APEX 3,121004, 2010.
- [2] T. Hoshii, *et. al.*, Extended Abstract of SSDM, 2017, pp. 657-658.
- [3] 星井他, 2018 春期応物, 19p-C302-17

Fig. 1 Schematic structure of p-channel MOSFETs of the PJ platform wafer.

Fig. 2 Simulated C_{bs} - V_{bs} characteristics with midgap state at AlGaN/GaN interfaces.

Fig. 3 Simulated $V_{\rm th}$ dependence on $V_{\rm bs}$.