FinFET 応用に向けた選択成長 GaN チャネルの電気特性 Electrical properties of selectively grown GaN channels for FinFETs

1東京工業大学,2產業技術総合研究所

°濱田拓也¹,向井勇人¹,高橋言緒²,井手利英²,清水三聡², 星井拓也¹,角嶋邦之¹,若林整¹,岩井洋¹,筒井一生¹

¹Tokyo Tech, ²AIST

°T. Hamada¹, H. Mukai¹, T. Takahashi², T. Ide², M. Shimizu², T. Hoshii¹, K. Kakushima¹, H. Wakabayashi¹ H. Iwai¹, and K. Tsutsui¹ E-mail: hamada.t.ai@m.titech.ac.jp

【はじめに】GaN 系半導体の選択成長は、ELO 技術などエピ成長層の高品質化技術の基礎とし て研究されてきた[1]と共に、ナノデバイスの構 造要素の形成技術としても関心を集めている[2]。 選択成長は、FinFET のような GaN 立体チャネル トランジスタへの応用も有望と考えられる。選 択成長法でチャネルを作製した FinFET は結晶 欠陥の低減により、GaN エピ層のエッチングに よってチャネルを形成した FinFET[3]に比べて高 性能化が期待できる。本研究では、ハードマス クを形成した GaN エピ層上に MOCVD 法で GaN を選択成長して Fin 構造を直接形成している。今 回, GaN FinFET への応用に向けて n型 GaN の選 択成長を行い, その電気特性の測定を行った。

【実験】作製したデバイスの構造を Fig. 1 に示す。 選択成長 n型 GaN の Fin 構造チャネルは高抵抗 GaN/Sapphire 基板上に MOCVD 法によって成長 させた。マスクとして、SiN を PECVD で堆積後 に GaN の $(1\bar{1}00)$ 方向に沿った成長用の窓を EBリソグラフィと RIE によって形成した。Ar 雰囲 気中で 800℃, 10 分間のアニール後に, 成長前 処理の目的で GaN 表面に短時間の RIE(Cl2 & BCl₃)を行った。そしてこの上に、Si ドーピング されたn型GaNを選択成長させた。比較のため に, 同じ仕様の高抵抗 GaN/Sapphire 基板上に n 型 GaN の平面エピ層を選択成長と同条件で成長 させた。これらの基板に, 所望のパターンでコ ンタクトとして Ti/Al/TiN をスパッタで堆積し, Ar 雰囲気中で 900℃, 30 s の RTA を行った。コ ンタクト抵抗と n 形 GaN 成長領域の抵抗率は TLM 法で評価した。電極の間隔は、 $10\sim50\,\mu\,\mathrm{m}$ の範囲で変化させた。比較用のn型GaN平面エ ピ層の TLM 測定とホール効果測定の結果として, 移動度 $\mu = 2.22 \times 10^2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, キャリア濃度 1.50 $\times 10^{17}$ cm⁻³, コンタクト抵抗 $R_c = 7.36~\Omega$ mm, 抵 抗率 ρ = 1.20×10⁻¹ Ω cm がそれぞれ得られた。

【結果】選択成長 GaN チャネルの断面 SEM 像を Fig. 2 に示す。側壁のファセットは $\{11\bar{2}0\}$ であり、 高さ 160 nm, 幅 280 nm であった。15 本の選択 成長 GaN が並列に並んだチャネルを TLM 法に よって I-V 特性を測定した結果, コンタクトの良 好なオーミック特性と, コンタクト間距離に対 する抵抗変化の線形性が得られた。実効的なチ ャネル幅 (280 nm×2+160 nm) × 15 で規格化 された R_c は 7.39 Ω mm であり, 比較用の n型 GaN 平面エピ層上とほぼ等しかった。一方で、実効 チャネル断面積で計算された ρ は $1.64 \times 10^{-2} \Omega$ cm であり, 比較用の n型 GaN 層よりも 1 桁小さ な値となった。この原因としては、マスク面上 マイグレーションによる選択成長領域へのドー パント種の取り込みによるキャリア密度の上昇 と, 結晶性の向上による移動度の増加が考えら れ、その切り分けを検討中である。

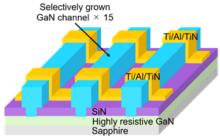


Fig.1 Schematic image of fabricated selectively grown GaN Fin channel device for TLM.

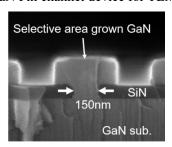


Fig.2 Cross sectional SEM images of selectively grown GaN whose side-wall is $\{11\overline{2}0\}$.

※謝辞:本研究は科学研究費基盤研究 (B)15H03972 の助成を受けた。 参考文献

[1] K. Hiramatsu et al., J. Crystal Growth, 221, pp.316-326 (2000).[2] K. Choi et al., J. Crystal Growth, 357, pp.58-61, (2012).[3] K.S. Im, et al., Proceedings of 46th ESSDERC, pp.323-326, (2016).