

GaN Fin 構造選択成長における低抵抗領域の発生原因の検討

Study of low resistivity regions generated on the process of selective area growth of GaN Fin structures

東京工業大学, 産業技術総合研究所

○高山研¹, 向井勇人¹, 濱田拓也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

○K. Takayama, H. Mukai, T. Hamada, T. Takahashi, T. Ide, M. Shimizu,

T. Hoshii, K. Kakushima, H. Wakabayashi, H. Iwai, and K. Tsutsui

E-mail: takayama.k.ag@m.titech.ac.jp

【はじめに】我々は選択成長法を用いた GaN 系の FinFET 型の立体チャネルトランジスタを提案し、選択成長で Fin 構造を形成しその電気的特性を評価する[1,2]とともにトランジスタの試作も行って来た[3]。この過程で、形成した Fin 構造の横方向の過度の低抵抗状態や素子間の大きなリーク電流を観測していた。この原因が選択成長のシードとなる GaN 基板表面近傍での低抵抗領域の形成であると判明し、これがどの工程で生じるのかを検証したので報告する。

【Fin 構造の選択成長と高キャリア濃度領域の発生】Fig.1(a)に GaN の Fin 構造の形成プロセスの概略を示す。基板の上に選択成長窓を開けた SiO₂ のハードマスクを形成し、その上に GaN を MOCVD で選択成長する。マスクパターン形成時に、同図に示すように 1. SiO₂ の RIE (SF₆系)、2. Ar 雰囲気中 800°C10 分のアニール、3. RIE (Cl₂/BCl₃系) で GaN を極浅くエッチングの各工程を順に行った。選択成長後の GaN Fin 構造の断面でキャリア濃度分布を走査型マイクロ波頭微鏡 (SMM) 法で評価した結果を Fig.1(b)に示す。選択成長のシード領域の下方の基板 GaN 層中にキャリア濃度が非常に高い領域が認められた。

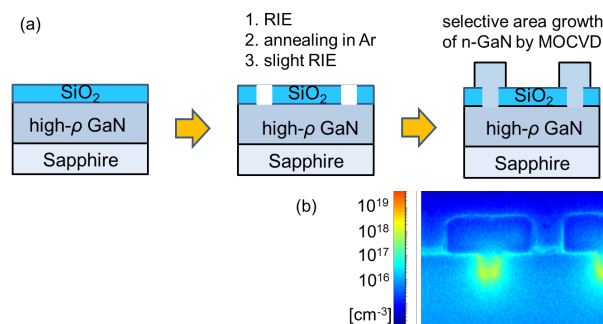


Fig.1 (a) Process of selective area growth of GaN Fin structures. (b) Carrier concentration on crosssection of grown Fin structures.

【高キャリア濃度領域発生の原因探索】

高キャリア濃度領域が GaN 選択成長前の工程で発生するの否かを調べるために以下の実験を行った。Fig.2 に示すように、選択成長の前まで加工を進め、マスク窓部に現れたシードの GaN 面上に TiN/Ti コンタクト電極を形成した。平面パターンは transmission line model (TLM)測定用で形成し (シード部幅は 3 μm、電極間隔は 20~45 μm)、TLM 測定によりシードとなる GaN 表面のシート抵抗を評価した。電極形成前の工程は、

上記の 1.のみ、1.および 2.、1.から 3.まで全ての 3 種類の試料を作製した。

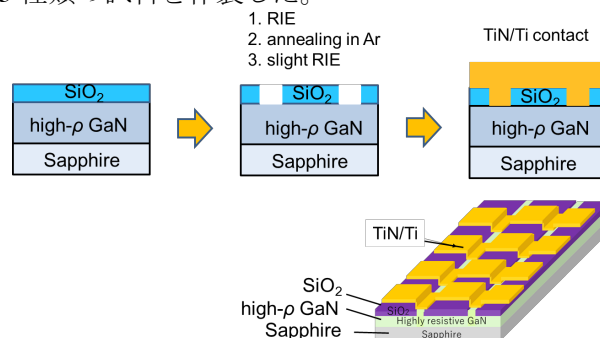


Fig.2 Fabrication process of test devices to detect low resistance region under mask window regions.

前工程 1.の場合の電極間での $I-V$ 特性を Fig. 3 に示す。ここからシード部のシート抵抗は 16.7 kΩ/□と算出した。これは加工前の GaN 基板表面のシート抵抗が MΩ/□のオーダーであることから、顕著に低抵抗化した領域が 1.の RIE プロセスで形成されたことを示唆する。前工程 2.および 3.の場合は、1.に比較して高抵抗化が認められたが加工前の状態への回復は起きなかった

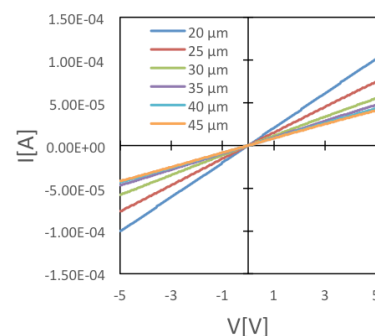


Fig.3 $I-V$ characteristics on TLM electrodes after the SiN RIE process.

【まとめ】選択成長 Fin 構造の形成時に意図しない低抵抗領域が発生する原因はマスク形成時の RIE によるシード領域 GaN 内への損傷が原因と考えられる。これを低減する改良プロセスを検討中である。

謝辞：本研究は科学研究費基盤研究(B)15H03972 および 19H02192 の助成を受けた。

参考文献

[1] 濱田 ほか, 第 66 回春期応物, 10a-M121-5 (2019).

[2] T. Hamada *et al.*, IWN2018, J2-5, Kanazawa, Nov, 2018.

[3] 向井 ほか, 第 80 回秋季応物 (本大会) (2019).