

窒化物半導体異種接合の評価と制御 Characterization and control of GaN-based heterointerfaces

北大 量集センター、佐藤威友、赤澤正道、橋詰 保

Hokkaido Univ, T. Sato, M. Akazawa, T. Hashizume
Taketomo@rciqe.hokudai.ac.jp

1. はじめに

GaN系材料は多様なヘテロ界面を形成でき、その特長を活かしたデバイス展開が行われている。例えば、Si基板上への活性層形成には、AlGaInを含む超格子構造や傾斜組成構造が緩衝層として利用され、AlInN/GaNヘテロ接合には、合金散乱抑制を目的として界面に数nmのAlNまたはAlGaInスペーサ層を利用している。デバイス応用の観点からは、基本ヘテロ構造の表面側に金属や絶縁膜が必要であり、現実的には2つ以上の界面を含む構造となり、また材料系は3.4eV以上の大きなバンドギャップを持つため、接合の電気的特性を正しく評価することは容易ではない。

本講演では、このようなGaN系ヘテロ界面の特異性に着目し、主としてその評価に関していくつかの事例を紹介する。

2. 異種接合の評価例

図1に、AlGaIn/GaN/AlGaIn疑似緩衝層を含むn-GaNショットキー接合の断面模式図を示す。低転位n-GaN基板上にMOCVD成長し、疑似緩衝層はアンドープである。図2にショットキー接合のC-V特性を示す。赤丸が実験値である。ゲート電圧が-0.5Vから-6.0Vまで、プラトー領域を示した。-6V以降では逆バイアスの印加とともに容量が減少した。この特徴的なC-V特性を理解するために、計算値との比較を行った。疑似緩衝層のAlGaIn/GaN界面に負電荷(N_{INT})を仮定した場合、C-V特性のプラトー領域を再現することが可能となった。この解析結果は、AlGaIn系緩衝層を導入する場合、界面での電子蓄積に注意を払う必要性を示している。

図3の上段に、p-GaN制御層を持つAlGaIn/GaN HEMT構造の断面図を示す。HEMTのノーマリ動作を実現するために、ゲート部分に用いられる構造であるが、成長後にゲート部以外のp-GaN層を除去する必要がある。通常はドライエッチングでp-GaNを除去するが、エッチング制御性とダメージ導入の問題が残されている。本研究では、アルカリ溶液を利用した電気化学エッチングを試みた。p-GaN表面を電気化学的に酸化し、酸化膜を溶液により溶解するプロセスである。この酸化反応には溶液/GaN界面にホールの供給が必要であり、このため、暗中プロセスではp-GaNの選択エッチングが可能になる。実際に、100nmのp-GaN層のエッチングが確認され、また、p-GaN層でエッチングが選択的に停止していることが明らかになった。

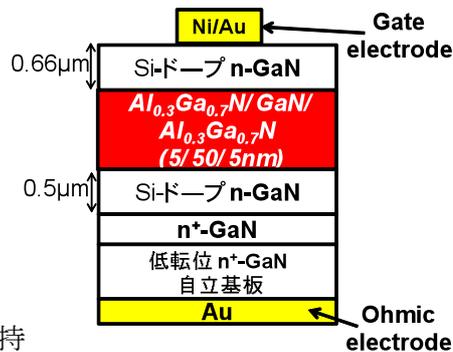


図1 AlGaIn/GaN/AlGaIn疑似緩衝層を含むn-GaNショットキー接合の構造図

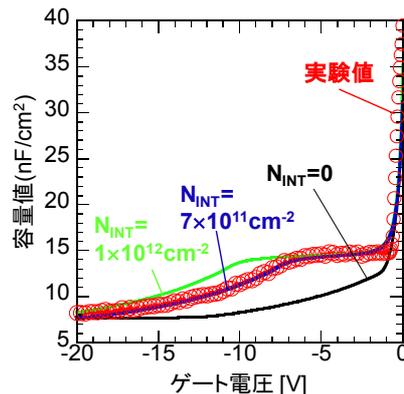


図2 n-GaNショットキー接合のC-V特性と計算値

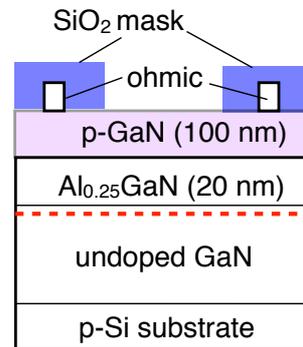


図3 電気化学エッチング実験用のp-GaN制御層を持つAlGaIn/GaN HEMT構造