Si (111) 基板上への GaN/AIN 共鳴トンネルダイオードの作製

Fabrication of GaN/AlN resonant tunneling diodes on Si (111) substrate

産業技術総合研究所 ⁰永瀬 成範, 高橋 言緒, 清水 三聡

AIST, °Masanori Nagase, Tokio Takahashi, and Mitsuaki Shimizu

E-mail: m-nagase@aist.go.jp

【はじめに】IoT 社会及び Society 5.0 の実現に向けて、不揮発メモリの更なる高性能化が期待されている。我々は、GaN 系共鳴トンネルダイオード(GaN 系 RTD)でのサブバンド間遷移現象を用いることで、高速な不揮発メモリの実現を目指している。これまで、高速パルス電圧を用いた応答電流特性の評価から、ピコ秒オーダーでの高速スイッチングの可能性を示し、また、量子井戸構造の最適化により、1 V 以下での低電圧動作の可能性を示してきた [1,2]。今回、我々は、この不揮発メモリと Si デバイス等との集積化に向けて、Si(111)基板上に GaN 系 RTD を作製し、不揮発メモリ動作を確認したので報告する。

【実験方法】図1には、本実験で作製した GaN 系 RTD の素子構造を示している。Si(111)基板上 の中間層及び GaN 系 RTD 構造の形成は、MOVPE 法を用いて行った。まず、Si(111)基板上に、 AIN 層及び AIN/AIGaN 層及び低温成長 AlGaN 層(LT-AlGaN)を形成していくことで、Si 基板か ら発生する歪を補償した [3]。その後、1 μ m の GaN バッファー層を形成した後、GaN/AIN 系 RTD 構造を形成した。なお、GaN/AIN 系 RTD 構造のスペーサー層及びバリア層及び井戸層の形成は、 N₂ キャリアガスを用いて行い、電極層及びコンタクト層の形成は、N₂/H₂ 混合キャリアガスを用 いて行った [4]。上記の結晶成長後、フォトリソグラフィーとドライエッチングを用いて Cr/Au オーミック電極を形成し、電流電圧特性の測定を行った。

【実験結果】図2には、作製した GaN/AIN 系 RTD による不揮発メモリ特性を示している。順方 向電圧及び逆方向電圧の印加により、量子井戸サブバンド間遷移と電子蓄積に起因した書き込み 動作、及びトンネル電流による電子放出に起因した消去動作を実現できることを確認した[2]。 しかし、これまでのサファイア基板上に作製した GaN/AIN 系 RTD による不揮発メモリ特性と比 べて、ON/OFF 比が数倍低く、また、書き込み動作後の高電圧領域で、OFF 電流の振動が観測さ れやすいことがわかった。貫通転移を介した電子リーク現象によって、非効率な量子井戸構造へ の電子蓄積が起こっていると考えている。今後は、結晶成長条件の最適化により、貫通転移を介 した電子リーク現象の低減を試みるとともに、更なる高性能化に向けて、ナノオーダーサイズの 微細化技術を確立していくことを予定している。







Fig. 1. Device structure of the GaN/AlN RTD fabricated on Si (111) substrate.

Fig. 2. Nonvolatile memory characteristics.