

GaN/AlN 共鳴トンネルダイオードを用いた不揮発メモリ特性の評価

Evaluation of nonvolatile memory characteristics

using GaN/AlN resonant tunneling diodes

産業技術総合研究所 ○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】将来の IoT 社会を支えるコンピューターの低消費電力化に向けて、様々な不揮発メモリの開発が進められている。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を用いることで、ピコ秒オーダーで動作可能な高速な不揮発メモリの実現を目指している [1]。これまで、この不揮発メモリの安定動作化に取り組み、GaN 系 RTD 中の貫通転移の低減、及び、量子井戸構造の改良により、バリア層の深い準位 (E_{DL} 及び E'_{DL}) を介した電子リークを抑制することで、書き込みエラーレートを 10^{-5} 以下まで低減できることを示した [2]。今回、我々は、本不揮発メモリの動作メカニズムの実験的検証に向けて、パルス電圧に対する応答電流特性を評価したので報告する。

【実験方法】図 1 (a)には、本実験に用いた GaN 系 RTD の素子構造を示している。サファイア基板上に、MOVPE 法を用いてバッファ層、次いで、GaN 系 RTD を結晶成長した後、フォトリソグラフィ及び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た。この素子では、図 1 (b)に示すように、順方向電圧を印加することで、量子準位 (E_{R2}) をトンネルしている電子がサブバンド間遷移を受けて量子井戸内に蓄積される。また、逆方向電圧を印加することで、量子準位 (E_{R1}) に蓄積した電子がトンネル電流によって放出される [1]。この電子の蓄積及び放出に伴って、バンド構造がピコ秒オーダーで変化するために、高速な不揮発メモリ動作が可能になる。この不揮発メモリ動作を、Keysight 社製 B2912A の任意波形発生機能を用いて評価した。

【実験結果】図 2 には、パルス幅 100 μ s の電圧パルス列を印加した場合の結果を示している。+3 V の書き込み電圧、及び、-3 V の消去電圧を印加することで、再現性良く ON-OFF スwitchング動作を実現できることを確認した。また、+3 V の書き込み電圧の印加時には、電子蓄積及び抵抗変化に伴った電流量の減少を明瞭に観測することに成功した。さらに、これらのスitchング特性を明らかにするために、ミリ秒からナノ秒オーダーの電圧パルス列を用いた場合の不揮発メモリ特性の評価も行った [3]。これらの詳細は、当日報告する予定である。

[1] M. Nagase *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **61**, 1321 (2014).

[2] M. Nagase *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 070310 (2018). [3] M. Nagase *et al.*, to be published in Jpn. J. Appl. Phys.

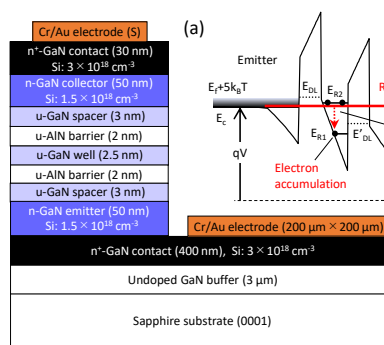


Fig. 1. (a) Device structure and (b) band structure of a GaN/AlN RTD for nonvolatile memory operations.

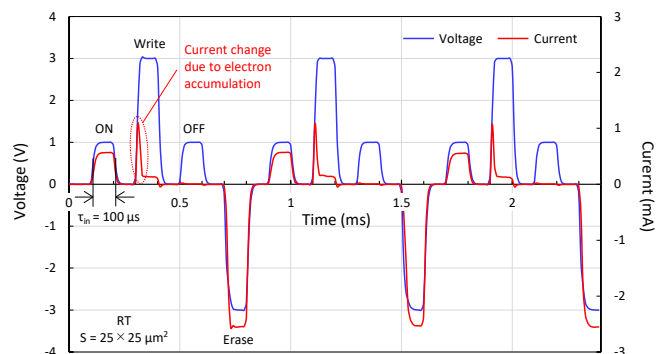


Fig. 2. Nonvolatile memory characteristics for an input pulse voltage sequence with a pulse width of 100 μ s.