

課題番号 : F-13-AT-0023  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : 超格子相変化メモリの研究・開発  
 Program Title (English) : Research and Development of Superlattice Phase Change Memories  
 利用者名 (日本語) : 近藤 礼子, 新谷 俊通  
 Username (English) : R. Kondo, T. Shintani  
 所属名 (日本語) : 最先端研究開発支援プログラム「グリーン・ナノエレクトロニクスのコア技術開発」  
 Affiliation (English) : FIRST program "Development of Core Technologies for Green Nanoelectronics"

### 1. 概要(Summary)

相変化メモリのメモリ材料として、従来材料である GeSbTe に比較して消費電力を大幅に低減することのできる GeTe/Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> 超格子材料 (GeTeSL) が提唱されている。この材料では GeTe と Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> の薄膜を交互に積層したものであり、Ge 原子の運動を制御することによって低消費電力化を実現する<sup>1)</sup>。また、この材料の動作メカニズムは従来の相変化メモリのような熱駆動ではなく、デバイスに印加する電圧パルスの電場によって動作する電場駆動メカニズムが提唱されている<sup>2)</sup>。電場駆動であるとする、同じパルス電圧でも電場値が異なるため、消費電力のデバイスの膜厚依存性の存在が期待される。このことから本研究では、GeTeSL の膜厚と消費電力の関係を調べた。

### 2. 実験(Experimental)

デバイスの Si 基板には、材料の電気特性を測定するための下部電極プラグ (W、直径 150 nm) が設けられている。この基板の上に、GeTe と Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> を、基板温度を 250°C に加熱した状態でスパッタした。膜構造は以下の通りである: TiN (2 nm) / Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> (10 nm) / [GeTe (1 nm) / Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> (4 nm)]<sub>x</sub> / TiN (50 nm)。ここで x は超格子の積層数を示し、x = 8, 6, 3, 1 とした。

このデバイスにスパッタした膜を切断するために、NPF においてリソグラフィと RIE 処理を行った。試料にレジストをスピコートで塗布した後、コンタクトマスクアライナー装置で露光し、現像した。NPF の RIE によって膜を切断し、プラズマアッシャーによって残留レジストを除去した。

電気特性評価には、半導体テスターを用いた。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 に測定結果を示す。横軸は超格子の積層数であ

り、縦軸第 1 軸は従来材料である GeSbTe の RESET 電力で規格化した GeTeSL の RESET 電力、第 2 軸は RESET 電圧を表す。この結果から、薄膜化により消費電力が低減することがわかり、1 層において、従来材料の約 1/40 の消費電力を実現した。更に薄膜化によって RESET 電圧が上昇することがわかる。即ち、薄膜化によってダイナミック電流 (パルス印加中に流れる電流) が抑制されていることがわかる。従来の熱駆動デバイスを薄膜化した場合、RESET 電圧値は低減するが、ダイナミック電流値が上昇し、その結果、RESET 電力は上昇する。何故ならば、薄膜化した場合、上部電極と下部電極の距離が短くなるため、熱拡散速度が大きくなり、デバイス内の最高到達温度が低くなるためである。それに反し、GeTeSL で Fig. のような結果が得られた理由は、電場駆動メカニズムに依るものと解釈される。

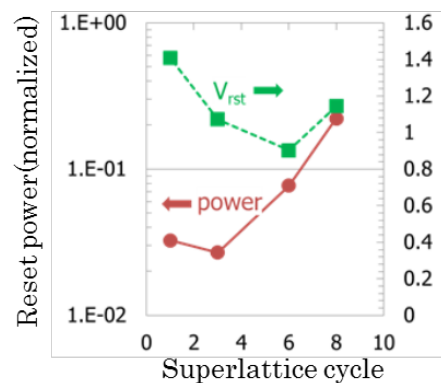


Fig.1 The number of the superlattice cycles vs. the RESET power or the RESET voltage V<sub>rst</sub> in GeTe/Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> superlattice.

### 4. その他・特記事項 (Others)

参考文献:

- (1) R. E. Simpson et al., *Nat. Nanotechnol.* **6**, 501 (2011).

(2) T. Shitani et al., *Appl. Phys. Exp.* **6**, 111401 (2013).

謝辞：本研究は、内閣府/日本学術振興会・最先端研究開発支援プログラムの支援を受けています。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。