

超格子相変化メモリの SET 書き込み最適化の研究

Investigation of Optimum SET Operation on Supper-Lattice Phase Change Memories

中大理工, °山崎 泉樹, 江上 徹, 上口 光, 竹内 健

Chuo Univ., °Senju Yamazaki, Toru Egami, Koh Johguchi, Ken Takeuchi

E-mail: yamazaki@takeuchi-lab.org

・はじめに

GeTe/SbTe層からなる超格子相変化メモリ (SL-PCM) はGe原子の遷移による結合状態の違いにより情報を記憶している。そのためSL-PCMは書き込み時に溶解する必要がなく、Ge₂Sb₂Te₅ (GST) 合金で構成される従来のGST-PCMと比較し高速かつ低消費エネルギーで書き込みを行うことができる[1]。これらの長所を持つことからSL-PCMは次世代の不揮発性メモリデバイスとして期待されている。SL-PCMは書き込み時に与えるSETパルスにより書き込み速度、消費エネルギーに違いが生じる。そのため高速書き込み、低消費エネルギーの両者を満足する最適なSETパルスを見つけることが求められる。本研究は書き込み時の高速性、消費エネルギーに注目し、これら2つの観点において最適なSETパルスを見つけることを目的とした。

・SET書き込み最適化

高抵抗状態 (HRS) ($> M\Omega$) のSL-PCMにSETパルスを与えたとき、電流波形に遅延 T_{delay} が生じた (図1)。1回目のSETパルス印加時では60 ns程度の T_{delay} が見られた。このとき60 ns以降の間では電流が流れているにもかかわらず、SL-PCMはHRSのままであった。2回目のSETパルス印加時では T_{delay} は40 ns程度となった。このときもSL-PCMはHRSのままであった。3回目のSETパルス印加時では T_{delay} はなくなり、SL-PCMは低抵抗状態 (LRS) ($< 100 k\Omega$) となった。このことから1回目のSETパルスによって与えられたエネルギーにより、2nd SETの初期状態が変化したと考えられる。これはSL-PCMのSET書き込みに中間状態があることを意味している[2]。

SL-PCMの高速な書き込みを実現するためにはより短い時間でLRSにする必要がある。また、電流が流れている時間が短いほど低消費エネルギーである。そこで各パルス幅 (T_{SET}) において、SET電圧 (V_{SET}) を1~2 Vと変化させたときLRSになるまでに要した時間と消費エネルギーの関係について測定した。その結果、SL-PCMをLRSにするためには、 $T_{\text{SET}} = 80$ nsの場合には1.7 V以上、 $T_{\text{SET}} = 100$ ns以上場合には1.3 V以上の V_{SET} を与える必要があることが分かった。最も低いエネルギーでSETできたのは、 $T_{\text{SET}} = 110$ ns、 $V_{\text{SET}} = 1.4$ V、消費エネルギーが46.6 pJの時であり、この時、1回のSETパルスでSETできた。また、最も高速にSETできたのは、 $T_{\text{SET}} = 100$ ns、 $V_{\text{SET}} = 1.5$ Vの条件で、その時の消費エネルギーは50.4 pJであった。

・参考文献

- [1] K. Johguchi, et. al., Proc. IRPS (2013).
 [2] T. Egami, et. al., Ext. Abst. SSDM (2013).

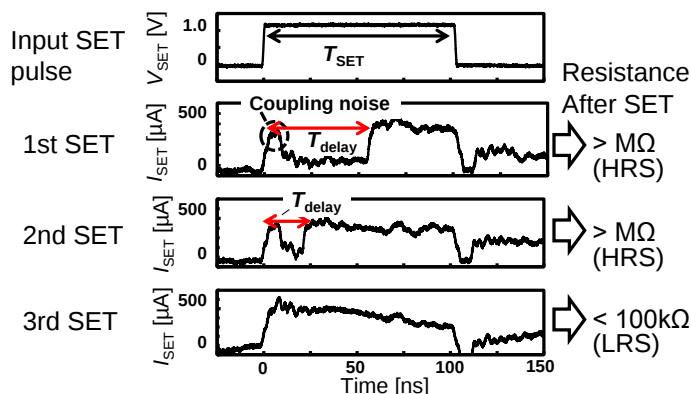


図1 印加した SET パルスと各 SET における電流波形