

多形転移を伴う MnTe 系相変化メモリの動作メカニズム

Operation mechanism in MnTe-based phase change memory accompanied by polymorphic transformation

東北大工¹, °(D2)森 竣祐¹, 安藤 大輔¹, 須藤 祐司¹

Tohoku Univ.¹, °Shunsuke Mori¹, Daisuke Ando¹, Yuji Sutou¹

E-mail: shunsuke.mori.t7@dc.tohoku.ac.jp

近年、インターネットを通じて人や物が繋がる IoT 社会の到来に伴い、これらを行き交う膨大な情報を記憶する、大容量かつ高速で省エネルギーな不揮発性メモリが強く望まれている。中でも、Ge-Sb-Te 系化合物のアモルファス/結晶相間相変化に伴う電気抵抗差を利用した、相変化メモリ (PCRAM) が次世代型の不揮発性メモリとして期待されている。しかしながら、既存の相変化メモリはアモルファス化に伴う融点以上の加熱を必要とするため、動作電力が大きくなり省エネルギー化が難しいという課題を抱えている。この様な背景の下、異なる結晶相間で相変化する MnTe 多形体薄膜に注目した。MnTe は、高温相である β 相から室温で安定な α 相への多形変化に伴い、大きな電気抵抗変化を示す^{2,3}。また、実際に MnTe を用いたメモリデバイスを作製したところ、極めて高速かつ低動作電力なメモリ動作性能を示す事が分かった⁴。この様な動作性能は、融解を介さない MnTe の多形転移によるものであることが強く示唆される。一方で、この様なメモリ動作の繰り返し回数は数百回程度に留まっており、実用化のためには一層の改善が求められる。そこで本研究では、MnTe 系相変化メモリの実用に向け、動作および故障のメカニズムを解明することを目的とした。

スパッタリング法、集束イオンビーム法 (FIB) およびフォトリソグラフィ法により MnTe メモリデバイスを作製し、半導体パラメータアナライザとパルスジェネレーターを併用して、電気パルスを印加した。また、FIB を用いてメモリデバイスを薄片化し、透過型電子顕微鏡 (TEM) でその断面組織の観察を行った。図 1 に、電気パルスを印加して高抵抗化したメモリデバイス断面の明視野 TEM 像を示す。白く現れている領域がジュール加熱に伴う熱影響部であると推測され、その周辺が相変化領域であると考えられる。相変化領域近傍を詳細に観察したところ、MnTe は α 相から、 β 相に類似した β' 相に多形転移したと解析された。また、その多形変化は Mn および Te 原子の僅かなズレによる変位型相変化であると分かり、高速かつ低動作電力なメモリ動作に寄与するものと考えられる。一方で、上部 W 電極内部には一部クラックが見られ、メモリ動作の故障の要因となっている可能性がある。

- 1) M. Wuttig *et al.*: Nat. Mater. **6** (2007) 824–832.
- 2) S. Mori *et al.*: Mater. Trans. **59** (2018) 1506-1512.
- 3) S. Mori *et al.*: Proc. PCOS2018 (2018) 84-85.
- 4) S. Mori *et al.*: Nat. Commun. **11** (2020) 85.

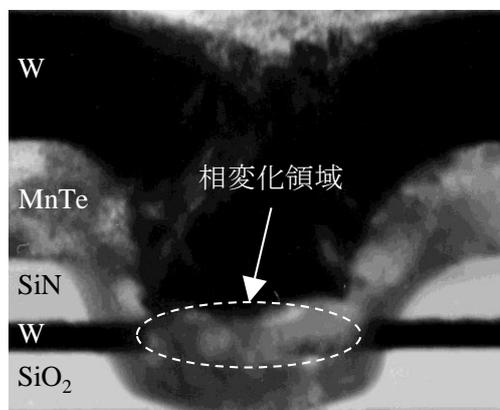


図 1 MnTe メモリデバイスの断面 TEM 写真.