

次世代 Emerging Memory の電子・原子レベルの動作機構

Electronic and Atomistic Switching Mechanism of Future Emerging Memories

名大未来研 [○]白石 賢二

Nagoya Univ., [○]Kenji Shiraishi

E-mail: shiraishi@cse.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

次世代 Emerging Memory として抵抗変化型メモリ (ReRAM) や相変化メモリ (PCRAM) が期待されている。特に DRAM に代表される揮発性メモリと HDD に対応される大容量メモリの間をつなぐストレージクラスメモリとして大きな期待が寄せられており、最近では PCRAM を用いたストレージクラスメモリが Intel-Micron から報告されている。

しかし、これらの Emerging Memory のスイッチング機構に代表される動作機構の電子・原子レベルの物理的起源は明らかにされてこなかった。例えば、酸化物から構成される ReRAM においては電界による酸素イオンの移動がフィラメントの形成崩壊の起源であるという単純なメカニズムが広く信じられてきた。

2. キャリア注入説の提案とその実験的検証

我々は酸素空孔フィラメントは正孔注入によって崩壊し、電子注入によって形成される「キャリア注入説」を 2012 年に提案した[1]。この提案の概略は酸素空孔に電子が占有しているときには酸素空孔同志で共有結合を作ることができるため、酸素空孔フィラメントが形成されるのに対し、酸素空孔に電子が占有していないと酸素空孔同志の共有結合が形成されないため、酸素空孔フィラメントは崩壊する、というものである。

しかし、本提案がなされてからこれを実験的に検証する報告はなかなか現れなかった。このような状況下、我々の提案は 2016 年に木下らによって実験的に検証された[2]。木下らは酸化物から構成される抵抗変化型メモリに紫外線を照射することだけで、電界印加なしに高抵抗状態と抵抗状態がスイッチングすることを見出した。これは紫外線照射によるキャリア生成が高抵抗状態と低抵抗状態にスイッチングに効いているという世界初の実験報告である。この実験により、我々が提案した「キャリア注入説」が正しいことが明らかとなった。

講演では超格子型相変化メモリ(i-PCM)においても「キャリア注入説」によって、i-PCM のスイッチングが起こることについて議論する予定である。

3. まとめ

上述したように我々が提案した「キャリア注入説」は次世代 Emerging Memory のスイッチング機構において普遍的な機構であると考えられる。

References

1. K. Kamiya et al. Appl. Phys. Lett.100, 073015 (2012).
2. K. Kimura et al. Appl. Phys. Lett.108,123501 (2016).