

抵抗変化メモリ ReRAM におけるナノスケール熱制御

Nanoscale thermal control in resistive random access memory (ReRAM)

○秋永広幸¹、島 久¹ (1. 産総研ナノエレクトロニクス研究部門)○Hiroyuki Akinaga¹, Hisashi Shima¹ (1. NeRI, AIST)

E-mail: akinaga.hiro@aist.go.jp

近年、集積回路の微細化・高集積化が進展し、回路中のデバイスの動作に伴って発生する熱の制御が重要な課題となっている。抵抗変化メモリ ReRAM (Resistive random access memory) はメモリ素子中のナノスケール領域における酸化・還元反応をメモリ動作の起源としており、酸素の移動が温度に強く依存する現象であることから、ReRAM においても熱は動作速度や信頼性に影響を与える因子となる。よって、ReRAM の材料開発を進める上では、電気的物性に加えて熱物性の評価を行うとともに、メモリ素子中での発熱の状態を理解する事が必要不可欠となっている。本報告では ReRAM 用の酸化物薄膜材料や金属電極の熱物性評価を行い、その物性値を用いて数値シミュレーションを行った事例を紹介する。

高速なメモリ動作を確認した Pt/Ta₂O₅/TiN 素子に用いた材料である Pt と Ta₂O₅、および、リアクティブスパッタ成膜時のガス中の酸素量 (C_{O2})を変化させた TaO_x 膜について、それらの熱伝導率 λ をサーモフレクタンス法で評価した熱拡散率から求めた。図 1 は TaO_x 膜の熱伝導率の C_{O2} 依存性である。C_{O2} = 0 は Ta 膜に対応している。この結果を用いて、ここではメモリ素子中にフィラメントと呼ばれるナノサイズのメモリ動作領域が形成される動作モデルに基づいた温度分布の数値シミュレーションを行った。その結果を図 2 に示す。電圧印加後の数ナノ秒程度の短時間でフィラメント部分の温度は約 800°C まで上昇しており、高速な酸素拡散が実現可能な温度領域まで加熱が行われていることが分かった。当日は、メモリ動作および数値シミュレーションの詳細な解析結果を述べる。また、メモリ特性向上に向けた指針について議論を行う。

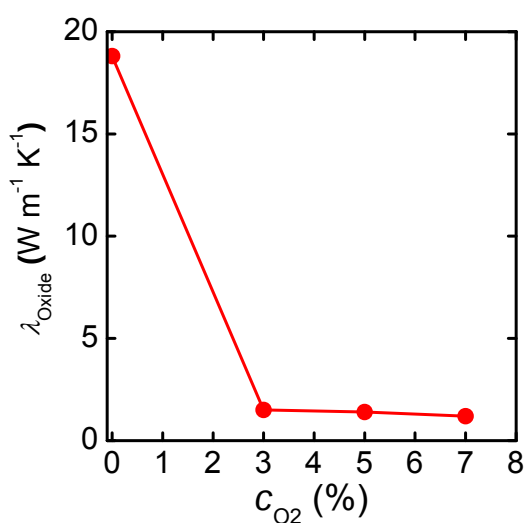


図 1. TaO_x 膜の熱伝導率の酸素量依存性。

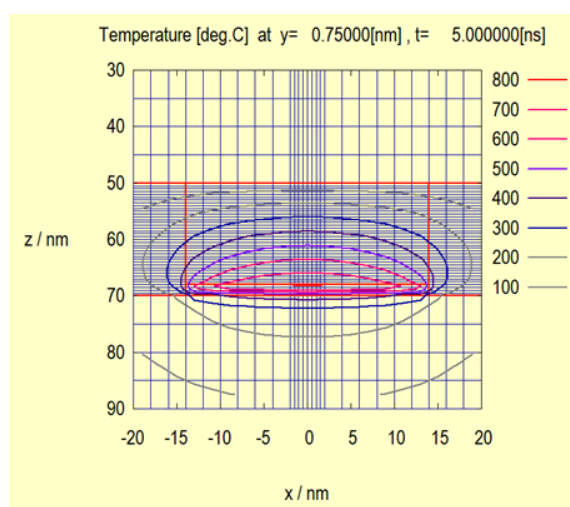


図 2. TaO_x を用いた ReRAM 素子に対する温度分布の数値シミュレーションの結果。