ReRAM の発熱挙動観察

Observation of Joule Heating in ReRAM

°上沼 睦典、浦岡 行治（奈良先端大）
°Mutsunori Uenuma, Yukiharu Uraoka (NAIST)
E-mail: uenuma@ms.naist.jp

抵抗変化メモリに必要なフィラメントは、一種のソフトブレークダウンにより形成された欠陥である。そのため、CMOS 技術に利用されてきた絶縁破壊箇所の観察方法である発熱解析により、その位置を特定することが可能である。フィラメント型動作の抵抗変化メモリでは、細いフィラメント状の伝導パスが主要分である。その細いフィラメントを流れる電流によってジュール熱が発生する。多くの素子において、フィラメント直径は 10 nm 以下であり、スイッチング動作時に数百μA の電流が必要である。ここから見積もられる電流密度は、数百 MA/cm^2 であり、局所的に大電流が流れていることになる。このため局所電流による発熱がスイッチング動作にとって重要になっている。ReRAM の動作を担うフィラメントのジュール発熱を評価することは、動作原理を解明する上で非常に重要である。これらのナノ領域での発熱が酸素イオンなどの移動に関与していると思われる。本研究では、Pt/NiO/Pt-ReRAM 動作時のフィラメント温度について観察を行った。測定には、発熱解析装置（Quantum Focus Instruments Co. 空間分解能 3 μm、温度分解能 0.1K）を使用した[1]。セット・リセット時のフィラメント温度（フィラメント上部の電極表面温度）を測定した結果(Fig.1)、リセット時には電極表面で 100℃以上の温度上昇があり、セット時には過渡電流による発熱も観察された。リセット直前の抵抗値とフィラメント温度を比較した結果(Fig.2)、抵抗値が低いフィラメントほど発熱が大きい傾向が見られるが、素子間で大きな差が観察された。これより、フィラメントの形状は、フォーミング時に決まり、リセット後でもフィラメントは完全に消滅していないことが発熱解析からも示唆される。

[1] K. Kado, M. Uenuma, K. Sharma, H. Yamazaki, S. Urakawa, Y. Ishikawa, and Y. Uraoka *Appl. Phys. Lett.* 105, 123506 (2014)

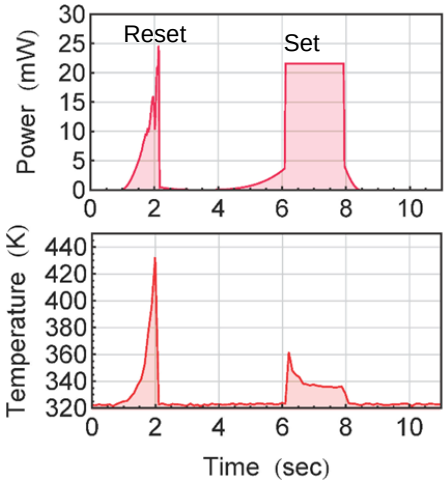

Fig. 1 NiO-ReRAM の Set/Reset 時の電力およびフィラメント付近の電極表面温度

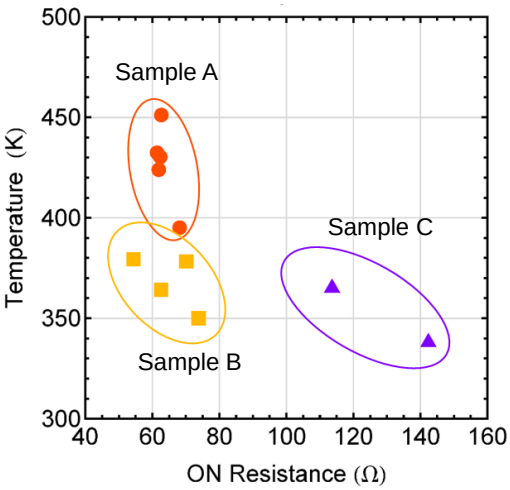

Fig. 2 NiO-ReRAM の Reset 直前の抵抗値およびフィラメント付近の電極表面温度の関係

© 2015年 応用物理学会