IGZO および GTO-ReRAM におけるフォーミング時の特性変化測定

Investigations on characteristic change after forming process in IGZO / GTO-ReRAMs

龍谷大¹, 京大² °宮戸 祐治¹, 廣瀬 尊之¹, 片桐 徹也¹, 三上 創太¹, 小林 圭², 木村 睦¹

Ryukoku Univ.¹, Kyoto Univ.² °Y. Miyato¹, T. Hirose¹, T. Katagiri¹ S. Mikami¹, K. Kobayashi², M. Kimura¹

1. はじめに

近年、高集積、低消費電力、高速動作等の特徴 を持つ不揮発メモリとして抵抗変化型メモリ (ReRAM)が注目されている。本研究では In、Ga、 Zn を含む酸化物の IGZO、および Ga と Sn を含 む酸化物の GTO からなる ReRAM を対象として いる。これらの ReRAM の詳細な動作原理につい ては現在、明確になっていない。この2種類の素 子では、クロスポイント電極間に電圧を印加する と、上部電極に気泡のような凹凸が発生すること がわかっており (Fig.1 参照)、フォーミング時 (抵抗変化を生じさせる前処理)の抵抗変化機構 との関連が疑われる。本研究では、原子間力顕微 鏡(AFM)を用いて局所的にバイアスを印加する ことで、フォーミング時の形状変化を観察し、抵 抗変化との相関を評価することを目的とした。

2. 実験方法および測定結果

AFM による IGZO および GTO-ReRAM のフォ ーミング過程の測定では、下部電極を GND とし、 酸化物薄膜に直接コンタクトさせた AFM カンチ レバー探針を上部電極の替わりとしてバイアス を引加して実施した。バイアス印加時には画像撮 像エリア中央付近に AFM 探針をコンタクトさせ、 位置固定した状態で、徐々に掃引電圧の最大値を 増やしながら、印加前後での表面形状を撮像して 比較し、掃引電圧によって形状変化がどのように 起きるか調べた。また、AFM 探針に電圧掃引し た後、一定電圧を加えた状態で電流分布を測定す るコンタクティブ AFM (c-AFM) により、局所の 抵抗変化を測定した。

ここでは IGZO-ReRAM の測定結果の1例を Fig.2 に示す。フォーミングするときの掃引電圧 の最大値を徐々に増やしてくと、正電圧では 35 V を印加したときにはじめて表面形状変化が生 じた。このとき、35V で約1 nA の最大電流が流 れており、電流が形状変化の閾値だと考えられる。 次に、c-AFM で同時観察した表面形状像と電流 像を、それぞれ Fig.2(a)、(b)に示す。(a)において 中央付近が陥没し、その周辺が隆起しているよう に見える。(b)においては、このように表面形状が 変化したところで、電流が増加し、抵抗が低くな ったことがわかる(背景の白いところは電流がほ ぼゼロの領域)。特に、陥没しているところよりも、

E-mail: miyato@rins.ryukoku.ac.jp

きれいに隆起したところの方が抵抗変化してい るように見える。同様のことが GTO-ReRAM に おいても観察された。

この結果より、フォーミングにより形状が変化 したところで抵抗が低下するが、この形状変化は 高密度の電流により物質移動が生じたことによ るものと推定している。なお、激しく形状変化が おきたところよりも、穏やかに変化しているとこ ろの方が、低抵抗になっている傾向がある。

3. まとめ

以上から、IGZOおよびGTO-ReRAMにおいて、 フォーミング時にクロスポイント電極間に電圧 を印加した際、上部電極で気泡のような凹凸変化 があった位置では、AFM で局所的に観察された 形状変化と同様のことが起きたと考えられ、その 位置で抵抗スイッチ現象が生じると推定される。



Fig.1 Top electrode change after bias application.



Fig.2 (a) Topographic and (b) resistance images taken by c-AFM (imaging bias: 5V) after bias application of 35 V. (c), (d) I-V curves respectively measured at the positions indicated by red and blue arrows in figure (b).