Ti/HfO_2/Au-ReRAM における RESET 時の電圧パルス下での抵抗変化挙動

Resistance change behavior under voltage pulses at RESET process of Ti/HfO_2/Au-ReRAM

関西大学理工学研究科　°森本 雅大，畠中 林太郎，曽川 朋孝，清水 智弘，伊藤 健，新宮原 正三

Kansai Univ. , °M. Morimoto, R. Hatanaka, T. Sogawa, T. Shimizu, T. Ito and S. Shingubara

E-mail: k196554@kansai-u.ac.jp

【序論】

近年、ニューラルコンピューティング分野にて、ReRAM の人工シナプス素子への応用が注目されている[1-2].ReRAM の人工シナプス素子応用においては、パルス電圧列の印加による連続的な抵抗変化が求められる。今回我々は Ti/HfO_2/Au 構造の ReRAM において、絶縁体層 HfO_2 のスパッタ条件を変化させて、RESET 時の抵抗変化挙動が連続的となる条件について検討を行った.

【実験方法】

図 1 に今回作成した Ti(100 nm)/HfO_x(3.5 nm)/Au(30 nm)素子の模式図を示す. HfO_2 層は Ar と O_2 の混合ガスを用いる反応性スパッタ法により堆積した.　その際の Ar/O_2 流量比として、①7.8:15.6, ②7.8:2.0 sccm の 2 種類を採用した。本素子はバイポーラーメモリ特性を呈しており、負電圧印加では RESET が、正電圧印加では SET が起きる.そこで、RESET 時に DC パルス電圧列を印加して、抵抗変化挙動を調べた.

【結果】

図 2 に Ti/HfO_2/Au 素子に電圧パルスを 200 発印加したときの RESET 動作における抵抗変化を示す. 電圧パルスの幅は 1.0 μA,周期は 2.0 μA である。図 2(a)は①の素子の結果である.印加電圧が-1.5 V のときは僅かしか抵抗変化が起きていないが、-1.6 V のときは抵抗が連続的に 1 桁以上大きくなった。更に-1.7 V 印加したときは 40 発以内で抵抗が連続的に 2 桁ほど増加してその後ほぼ一定となった。これは RESET の完了に対応している。図 2(b)は②の素子の結果である.印加電圧が-1.5 V のときは 60 発印加辺りから徐々に抵抗変化しているが、-1.6,　-1.7 V のときは初期の数発で急激に 3 桁ほど抵抗が増加した。抵抗変化はこの素子ではほぼ 2 値的であった。RESET 時には導電性フィラメントの断裂により抵抗が著しく増加するが、HfO_2 膜中の酸素欠損濃度の相違によってこのような抵抗変化挙動の違いが現れた可能性がある。そこで原因究明の為に、XPS 分析や X 線回折法を用いて HfO_2 膜の成分や膜質の相違を評価する予定である.

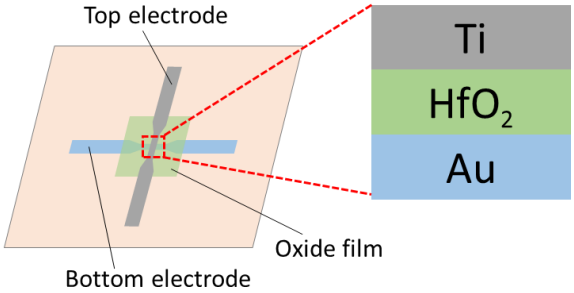

Fig.1 The structure of fabricated ReRAM device

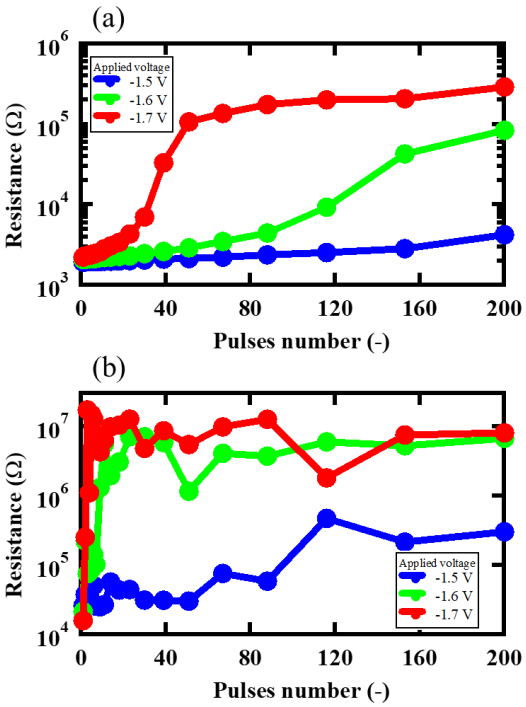

Fig.2　Resistance changes induced by voltage pulses in the RESET process.

[1] Dong Keun Lee et al, Solid State Electronics 154 (2019)31-35

[2] A.Azuma, R.Nakajima, et al, ECS Transactions, 86 (3) 13-21 (2018)