

センシング応用に向けた金属酸化物メモristaにおける グラジュアルリセットの電圧範囲拡大の検討

Investigation of the operation voltage for the gradual-reset behavior of metal-oxide memristors for sensing application

○岩田 達哉^{1,2}, 澤田 和明^{1,2} (1. 豊技大, 2. エレクトロニクス先端融合研究所)

○Tatsuya Iwata^{1,2}, Kazuaki Sawada^{1,2} (1. Toyohashi Univ. Tech., 2. EIIRIS)

E-mail: iwata@ee.tut.ac.jp

緒言 近年, センサ端末が収集する情報量の増加に伴い, これらのセンサには必要な情報のみを取り出すことが求められる. 例えば, ガスセンシングやバイオセンシングなど, 化学反応を利用するセンシングにおいては, 過渡変化は反応速度などにかかわる重要な情報であり, これを効率的に取得することが望まれる. 過渡変化の情報を得るには, センサ出力電圧の変化の挙動を記憶すればよいが, 金属酸化物メモristaを用いることで, この機能を実現可能であると考えられる. つまり, センサ出力電圧をメモristaへの入力とすれば, 過渡変化に応じた量をメモrista値として単一素子で得ることができる. これにより, 解析システムの大規模小型化や低消費電力化が期待できる. 一方, そのためには抵抗変化層とキャップ層の2層構造メモristaにおいてみられる, 印加電圧の増加に伴う漸進的な抵抗増加, いわゆるグラジュアルリセット [1,2] を利用することが有望である. この時メモristaには, センサ出力電圧の変化に対応するため, 連続的な抵抗変化を生じる電圧幅が十分大きいことが求められるが, このような観点からの検討はほとんどなされていない. そこで本研究では, 2層構造を有するメモrista素子においてキャップ層の材料を変化させ, リセット電圧幅の拡大を試みたので報告する.

作製試料 TaO_xを抵抗変化層, TiあるいはTiO_xをキャップ層に用い, Pt/TaO_x/Ti/PtおよびPt/TaO_x/TiO_x/Pt積層構造素子を作製した. これらの材料の堆積にはスパッタリングを用い, TaO_x層の堆積は, Ta₂O₅ ターゲットを用い, ガス流量を Ar: 22.0 sccm, O₂: 0.7 sccmとして 1.0 Paの下で堆積した. 堆積したTaO_xの膜厚は約 20 nmである. TiおよびTiO_x層の堆積には Ti ターゲットを用い, Tiは Ar 流量 3.6 sccmの下で堆積した. 一方, TiO_xはガス流量を Ar: 3.6 sccm, O₂: 1.1 sccmとして, メタルモードの反応性スパッタリングにより堆積した. 堆積時の圧力はいずれも 0.11 Paである. Tiの膜厚は約 20 nm, TiO_xの膜厚は約 20 nmと 10 nmの2種類とし, 積層構造の異なる計3種類の試料を作製した. 上部電極はリフトオフにより 50 μm × 50 μmに成型した.

結果 Figure 1に(a)TaO_x/Tiおよび(b)TaO_x/TiO_x(20 nm)積層構造の典型的な電流-電圧(*I*-*V*)特性を示す. いずれの素子も, バイポーラススイッチングを示し, リセットにおいてグラジュアルリセットが見られた. Fig. 1(a)に示すように, TaO_x/Ti積層構造では, -0.83 Vでセットを生じ, その後, 0.47-1.35 Vの範囲でリセット動作が起こり, その電圧範囲(ΔV_{Reset})は約 0.88 Vである. 一方, (b)TaO_x/TiO_x積層構造においては -2.55 Vでセットを生じた. そして, 正電圧を加えると, 約 0.75 Vで電流が急増した後, 電圧増加とともに抵抗の減少を生じた. この素子においては, 0.77 Vにおいてリセット動作が始まり, その ΔV_{Reset} は 1.20 Vと TaO_x/Ti積層構造に比べて 0.32 V大きい. Figure 2に評価した試料の ΔV_{Reset} を素子間のばらつきを含め比較したもの示す. ばらつきはあるものの, 平均値あるいは最大値を比較すると, TiにくらべTiO_xの方が ΔV_{Reset} は大きく, TiO_xの膜厚を小さくするとさらに増加する結果が得られ, キャップ層材料やその膜厚により ΔV_{Reset} の制御が可能であることが示唆された. 当日は, 詳細な電気特性およびリセット電圧に差異を生じる理由について議論する予定である.

[1] Yu et al., TED, **58**, 2729 (2011). [2] Lee et al., EDL, **31**, 44 (2010).

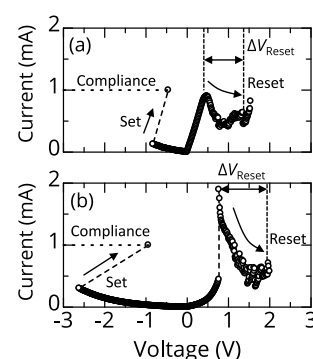


Fig. 1: Typical *I* - *V* characteristics of (a)Pt/TaO_x/Ti/Pt and (b)Pt/TaO_x/TiO_x (20 nm)/Pt samples.

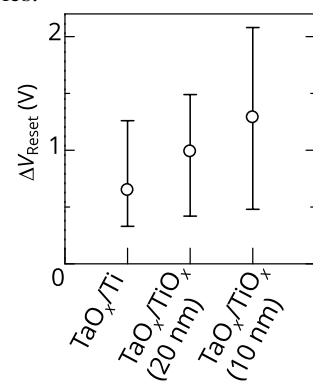


Fig. 2: Voltage range for the gradual reset in the measured samples.