

## スパッタ NbOx 膜質制御による閾値スイッチング素子の検討

### Study of threshold switching device with controlling sputtered NbOx film composition

関西大学理工学研究科<sup>○</sup>畠中 林太郎, 森本 雅大, 中村 颯汰, 清水 智弘, 伊藤 健, 新宮原 正三

Kansai Univ., <sup>○</sup>R. Hatanaka, M. Morimoto, S. Nakamura, T. Shimizu, T. Ito and S. Shingubara

E-mail: [k575896@kansai-u.ac.jp](mailto:k575896@kansai-u.ac.jp)

#### 【序論】

近年、ノイマンアーキテクチャの計算速度の限界を克服するために、人間の脳の機能を模倣するニューロモルフィックコンピューティングが多く注目を集めている。絶縁体 - 金属相転移 (IMT) に基づく閾値スイッチングデバイスは、パルス発振の可能性もあり、人工ニューロン素子への応用が期待される。またその構造は金属酸化物を電極で挟んだシンプルな構造であり、微細化、高集積化に適している。本研究では、NbOx 膜を用いた閾値スイッチング素子[1]の実現を目指し、NbOx 層の反応性スパッタ条件を様々に変えた試料を作成し、閾値スイッチング現象の発現と NbOx の膜質との相関を XPS 分析等により調査した。

#### 【実験方法及び結果】

図 1 の右側に今回作成した Pt(30 nm) /Ti(10 nm) /TiN(2 nm) /NbOx (30 nm)/Pt (30nm) /Ti(10 nm)素子の断面模式図を示す。素子部サイズは  $1 \times 1 \mu\text{m}^2$  である。NbOx 層は酸素とアルゴンの混合ガス内で Nb スパッタを行う反応性スパッタを用いて作製した。その際の混合ガス比を変えた 2 種類の素子を作製し、電圧印加時の抵抗変化挙動の比較を行った。図 1 に混合ガス比を Ar:O<sub>2</sub>=7.8:2.0 sccm で作製した素子 A の電流-電圧特性を、図 2 に Ar:O<sub>2</sub>=7.8:3.9 sccm で作製した素子 B の電流-電圧特性を示す。測定結果は上部電極に正電圧を印加する場合を正として表した。また、正電圧を印加する際は電流が流れすぎないように、700 $\mu\text{A}$  の閾値を設けた。素子 A では FORMING、RESET 後の SET 時においてのみ閾値スイッチング挙動が見られた。素子 B では閾値スイッチング挙動は見られなかった。

また、NbOx 層の元素組成を XPS 分析により調べた(図 3)。素子 B の方が NbOx のピーク位置が高エネルギー側にシフトしており、NbO<sub>2</sub> より価数が高い Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> が増加したことが示唆される。一方、素子 A では NbO<sub>2</sub> 相が多く存在し、閾値スイッチングに適した膜構造であったと考えられる。

#### 素子 A

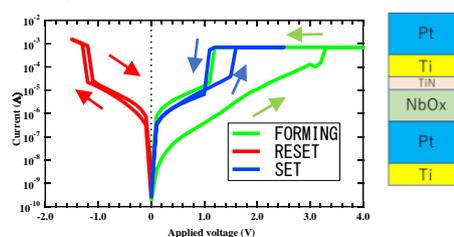


Fig.1 Current-voltage characteristics

#### 素子 B

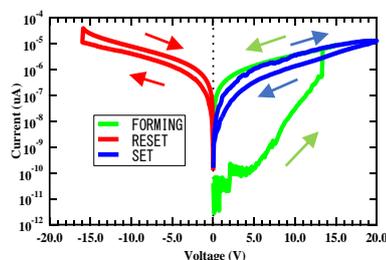


Fig.2 Current-voltage characteristics

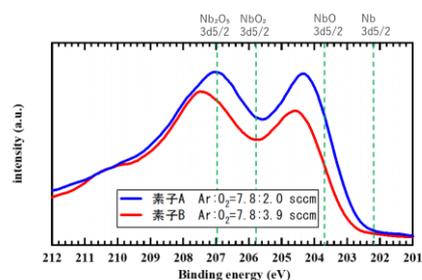


Fig.3 XPS spectrum of NbOx films

[1] R.Nakajima, A.Azuma, T.Ito, T.Shimizu, and S.Shingubara, Jpn.J.Appl.Phys. 58, SDDF11 (2019)