

第 64 回応用物理学会
春季学術講演会参加報告

東 正 挙
Masataka HIGASHI
電子情報学科 4 年

1. はじめに

私は 2017 年 3 月 14 日から 17 日に開催された第 64 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「ウェットプロセスによる酸化タンタル薄膜作製と抵抗変化型メモリへの応用」という題目で、ポスター講演を行った。

2. 背景

近年、コンピュータをはじめとするエレクトロニクスデバイスの高機能化が進み、より多くのデータを扱うようになった。そのデータを記憶するために多量の記憶容量を持つ記憶媒体が求められている。

しかし、半導体エレクトロニクスの分野で最も重要視されていた DRAM, SRAM, フラッシュメモリといった記憶素子は研究開発に限界が近づいている。次世代ナノ電子デバイスとして様々な新規メモリが提案され、研究が行われている中でも、抵抗変化型メモリ (ReRAM) は大容量、高速動作を同時に満たす有望な不揮発メモリとして注目されている。この素子の製造方法の一つとしてウェットプロセスが挙げられる。この方法の利点は一度に大量の基板が処理できることや、常温、常圧下で容易に成膜が可能であることから、装置や薬品に必要なコストを低く抑えることができることなどが挙げられる。

また、この素子の抵抗変化層には酸化タンタル薄膜を用いる。酸化タンタルは、比誘電率が高く、絶縁性にも優れている点が利点として挙げられる。ReRAM は初期の状態では高抵抗状態にあり、一定以上の電圧を印加するとソフトブレイクダウンが生じる。これにより酸化層に欠陥が誘起され、金属

的伝導を示す導電パスが形成されることで低抵抗状態となる (Fig. 1)。これ以降は電圧印加と陽極酸化により、メモリの ON/OFF が実現される。

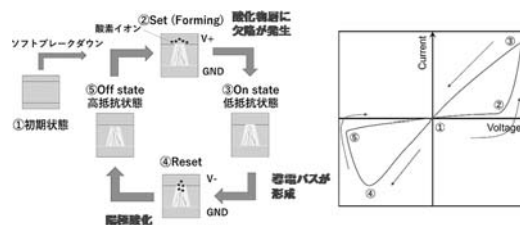


Fig. 1 ReRAM 動作原理

本研究では、ウェットプロセスにより、酸化タンタル薄膜を電極間に設けた MIM (Metal Insulator Metal) 構造の ReRAM を簡易に作製し、ReRAM を用いて抵抗変化型メモリの動作実証を行うことを目的とした。

3. 実験方法

はじめにエタノール、酢酸、タンタルペンタエトキシドを混合し、前駆体溶液を作製した。この溶液から作製できる薄膜の結晶性を評価するため、600 °C, 650 °C, 680 °C, 700 °C でそれぞれ 3 時間焼成を行った後、XRD (X-Ray Diffraction) を用いて測定を行った。これにより得られた結果を基に ReRAM の作製を行った。Si 基板上に抵抗加熱蒸着により下部電極 (Au) を設け、その上に前駆体溶液を滴下した。700 °C で 3 時間焼成することにより、Ta₂O₅ 薄膜を形成し、最後に抵抗加熱蒸着により上部電極 (Al) を形成した。完成したデバイスをマニュアルプローバと半導体パラメータアナライザを用いて電圧値を操作し、そのときの電流値を記録した。

4. 実験結果

4.1 XRD 測定

前駆体溶液から作製した薄膜の XRD での測定結果を Fig. 2 に示す。焼成温度 600~650 °C では特に変化はなかったが、680 °C で焼成したときに、Ta 2

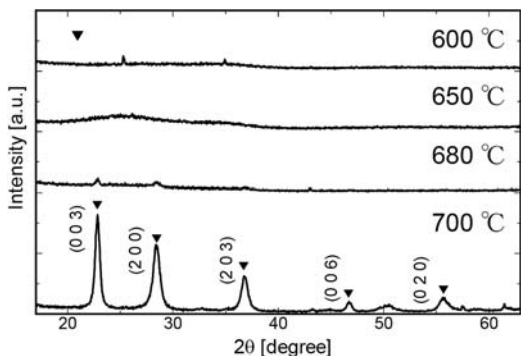


Fig. 2 Ta₂O₅ 結晶性評価 (XRD)

O 5 のピークが現れ、700°C で焼成を行った試料の 22.8°, 28.3°, 37.1°, 55.4°, 55.5° でピークが観測された。これらの発生箇所とピーク比が Ta₂O₅ と一致することから、700°C で結晶化した酸化タンタルが得られると確認した。

4.2 ReRAM I-V 特性評価

作製したデバイスの I-V 特性をマニュアルプローバ、半導体パラメータアナライザを用いて測定した。Al にて形成した上部電極を陽極とし、0 V から 18 V まで電圧を印加した後、電圧を弱め、逆方向に再度 18 V まで電圧を印加し、0 V に戻した。その結果を Fig. 3 に示す。グラフ上では、電圧の上昇とともに、曲線を描くように電流値が上昇しているが、+17 V に達した点から電流値が急激に上昇している。ここで電極間に導電パスが形成され、低抵抗状態になったと考えられる。+18 V から電圧を減衰する間、電流値は電圧上昇時よりも高い値であった。続いて逆方向に電圧を印加すると -16 V に達した点で電流値が減少した。ここで陽極酸化に

より、素子は高抵抗状態に切り替わったと考えられ、-18 V から 0 V までの間、電流値は電圧上昇時よりも低い値であった。

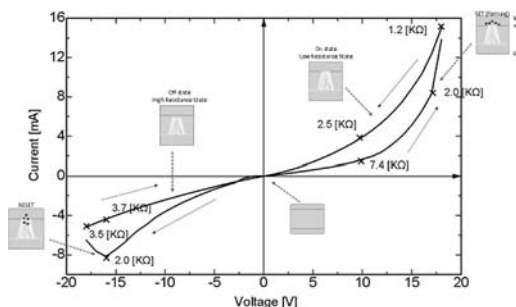


Fig. 3 ReRAM の I-V 特性

5. まとめ

本研究では、ウェットプロセスにより ReRAM を簡易に作製し、動作実証を行うことを目的とした。作製した ReRAM の I-V 特性を測定した結果、低抵抗状態と高抵抗状態のスイッチング動作を確認することができ、動作実証は成功した。

6. 謝辞

最後に、研究に取り組む姿勢から研究に関するご指導、また研究以外に至るまで、幅広くご指導頂きました龍谷大学理工学部電子情報学科 番貴彦助教、山本伸一教授に心より深く感謝致します。そして、走査型顕微鏡の使用法についてご指導下さった今井先生、日頃の研究において指導して頂いた、山本研究室の先輩方や、共に励ましあい、協力し合った同期の仲間達にも感謝致します。