

第 66 回応用物理学会春季学術
講演会に参加して

小 牧 秀 和
Hidekazu KOMAKI
電子情報学科 4 年

1. はじめに

私は 2019 年 3 月 9 日から 12 日にかけて開催された第 66 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 Ta₂O₅, HfO₂ を用いた抵抗変化型素子の比較」という題目でポスター講演を行った。

2. 背景

不揮発性メモリの一種である抵抗変化型メモリ (ReRAM: Resistive Random Access Memory) は、金属酸化物を電極で挟み込んだ構造をしており、電極間に電圧を印加すると金属酸化物の抵抗値が変化する現象を利用したメモリである。その単純な構造から高集積化が可能であり、動作速度もナノ秒オーダーでの動作報告があるなど、現行のフラッシュメモリに置き換わる記憶媒体として注目されている。

現在、金属酸化物層の成膜には ALD (Atomic Layer Deposition) 法やスパッタリング法などのドライプロセスが主流であるが、これらは真空中での成膜が主であり、環境を整備するために多額のコストを要する。一方、スピコート法、ディップコート法などのウェットプロセスは真空装置を必要としないため大気中での成膜が可能である。また、一度に大量の基板への成膜ができ、コスト面でドライプロセスより優れている。そこで本研究では、ウェットプロセスにより成膜した Ta₂O₅, HfO₂ 薄膜を用いて 2 種類の抵抗変化素子を作製し、評価・比較を行った。

3. 実験方法

Fig. 1 に作製図を示す。始めに Si 基板を UV 洗

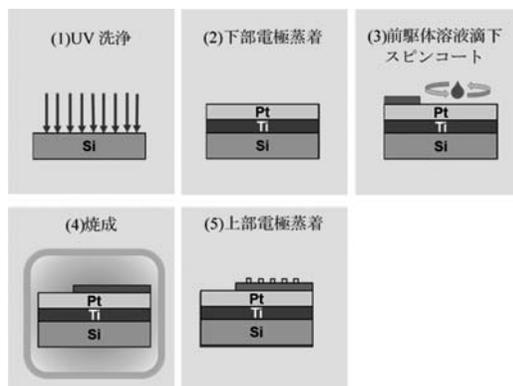


Fig. 1 抵抗変化型素子の作製方法

浄し、下部電極として Pt/Ti をそれぞれ抵抗加熱蒸着により成膜した。次に下部電極を露出させる部分を保護したのち前駆体溶液 (Ta₂O₅), MOD 溶液 (HfO₂) を滴下、スピコート (3000 rpm_30 sec) した。その後それぞれの基板を 600°C (Ta₂O₅), 400°C (HfO₂) で焼成し、非晶質の Ta₂O₅, HfO₂ 薄膜を得た。最後に上部電極として Al を蒸着した。

作製した試料は半導体パラメータアナライザ (HP4145B) を用いて特性測定を行い、Ta₂O₅ と HfO₂ で特性を比較した。

4. 測定結果

4.1 I-V ヒステリシス特性

I-V ヒステリシス特性の結果を Fig. 2 に図示する。電流制限は正バイアスにおいて 50 μA とした。

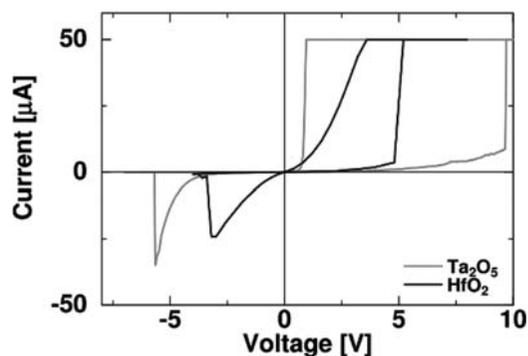


Fig. 2 I-V ヒステリシス特性

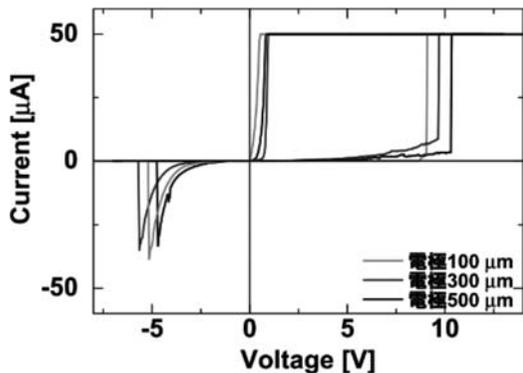


Fig. 3 (a) Ta₂O₅ 素子

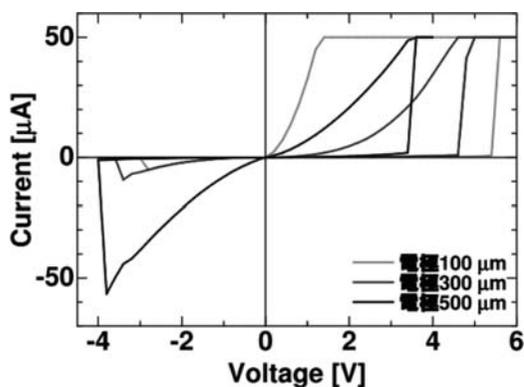


Fig. 3 (b) HfO₂ 素子

両素子とも抵抗変化動作を確認することができ、HfO₂の素子がTa₂O₅の素子に比べ約半分の駆動電圧で動作することがわかった。

4.2 電極径依存性

作製した試料上に100, 300, 500 μmの円形電極を形成し、それぞれ特性測定した結果をFig. 3に図示する。Fig. 3 (a)はTa₂O₅素子、Fig. 3 (b)はHfO₂素子である。Ta₂O₅素子は傾向が見られなかったのに対し、HfO₂素子は電極径が大きくなるにつれReset時の電流・電圧が増加した。

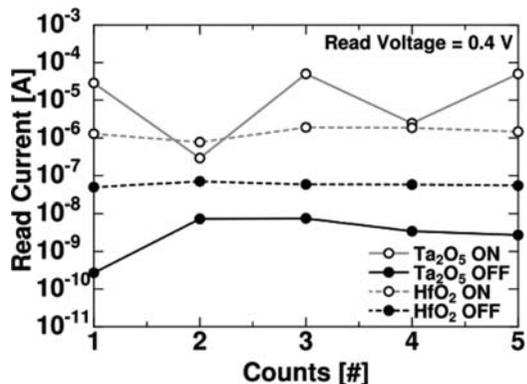


Fig. 4 ON/OFF 比

4.3 ON/OFF 比

各素子のSet/Reset動作を繰り返し、そのON/OFF比をプロットした結果をFig. 4に図示する。読み出し電圧は0.4 Vとした。Ta₂O₅の素子は約10²~10⁵倍と大きいものの、繰り返し回数によってその比にばらつきがあった。対してHfO₂の素子は約10倍と小さいものの、大きなばらつきもなく安定した比であった。

5. まとめ

ウェットプロセスにより金属酸化物層であるTa₂O₅とHfO₂を成膜した抵抗変化素子において、より良好な特性を得られたのはHfO₂を用いた素子であった。今後、パルス電圧印加による保持特性等の評価も行っていきたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご指導頂いた番貴彦先生、山本伸一先生に心より感謝いたします。そして、日頃の研究においてご協力していただき、活発な議論をしていただいた山本・番研究室の同級生、先輩方に御礼申し上げます。