

異なる結晶性を有する TiO₂ 薄膜を用いた Pt/TiO₂/Pt 抵抗変化素子の電気的特性の評価

Electrical characteristics of Pt/TiO₂/Pt using TiO₂ with various crystallinities

○荒畑 雅也, 西 佑介, 木本 恒暢 (京大工)

◦Masaya Arahata, Yusuke Nishi, Tsunenobu Kimoto (Kyoto Univ.)

E-mail: arahata@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに TiO₂を用いた抵抗変化素子の抵抗スイッチング(RS)現象は、導電性フィラメントの形成、断裂によって説明される。その形成箇所は TiO₂ 薄膜中の粒界であると考えられており、粒界の分布は結晶性に依存するため非常に重要である。そこで、本研究では、Pt 下部電極の堆積法を変えたときの、TiO₂ 薄膜の結晶性と TiO₂ 抵抗変化素子特性を評価した。

実験 まず、Ti/SiO₂/Si 基板上に Pt 下部電極を堆積した。ここで Pt 下部電極の堆積法は、直流スパッタリングと EB (Electron Beam)蒸着の二種類である。次に、金属 Ti ターゲットを用いた反応性スパッタリングにより、TiO₂ 薄膜を堆積した。TiO₂ の膜厚は 20~40 nm とした。最後に、EB 蒸着により Pt 上部電極を堆積し、100~200 μm 径の円形上部電極を作製した。二種類の堆積法で堆積した Pt 下部電極を有する素子をそれぞれ SP-Pt 素子、EB-Pt 素子と明記する。異なる TiO₂ 膜厚を有する各素子に直流電圧掃引、一定電圧印加をおこない、フォーミングおよび RS 特性を測定した。

結果 本研究で測定した SP-Pt 素子と EB-Pt 素子の典型的なフォーミング特性を図 1 に示す。EB-Pt 素子に比べて SP-Pt 素子の方がフォーミングするまでの抵抗値が高いことがわかる。各フォーミング電圧に対してワイブルプロットをとったところ、形状パラメータ β は SP-Pt 素子の方がより大きかった。TiO₂ 膜厚を変化させても同様の結果が得られ、双方の素子でフォーミング電圧のばらつきが明確に異なることがわかった。また、一定電圧 V_s を印加したときのフォーミング特性を図 2 に示す。フォーミングに至る時間に対してもワイブルプロットをとったところ、 β は SP-Pt 素子の方がより大きい、つまり、フォーミングに至る時間のばらつきがより小さいことがわかった。

なお、Pt/TiO₂/Pt 積層構造の結晶性を評価するため、XRD や断面 TEM 観察をおこなった。これらより、TiO₂ 層の結晶性が Pt 下部電極の結晶性に依存することがわかった。この結果は NiO 薄膜を用いた抵抗変化素子でも確認されている[1]。ここで、TiO₂ 薄膜の結晶性としては、SP-Pt 素子ではルチル型の多結晶状態であることが確認された。以上の結果より、TiO₂ 薄膜の結晶性の違いによって、Pt/TiO₂/Pt 抵抗変化素子の電気的特性に顕著な差が現れることが明らかになった。

[1] Y. Nishi, T. Kimoto, *Journal of Applied Physics*, **120** 115308 (2016).

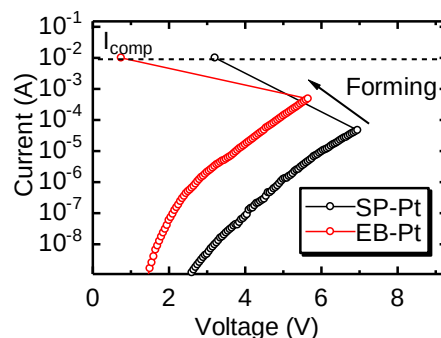


Fig. 1. Typical forming characteristics of SP-Pt and EB-Pt samples with a TiO₂ thickness of 35 nm in a voltage sweep mode.

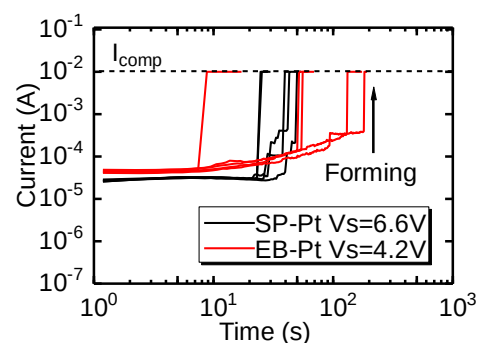


Fig. 2. Typical forming characteristics of SP-Pt and EB-Pt samples with a TiO₂ thickness of 35 nm under the constant voltage.