

Ti 電極 MIM ダイオードにおける $\text{SiO}_x/\text{TiO}_2$ 多重積層の抵抗変化特性評価Resistive Switching Properties of $\text{SiO}_x/\text{TiO}_2$ Multi-Stack in Ti-electrode MIM Diodes名大院工¹, 広大院先端研² ○福嶋 太紀¹, 大田 晃生², 牧原 克典¹, 宮崎 誠一¹Grad. School of Eng. Nagoya Univ.¹, Grad. School of AdSM, Hiroshima Univ.²○Motoki Fukusima¹, Akio Ohta², Katsunori Makihara¹, and Seiichi Miyazaki¹

E-mail: m_fukusi@nuee.nagoya-u.ac.jp

序 前回までに、RF スパッタ形成した Ti 系電極と抵抗変化層である Si リッチ酸化膜(SiO_x ; $x \sim 1.8$)を用いた MIM ダイオードの抵抗変化特性と化学結合状態を調べた[1]。電極/ SiO_x 界面に TiO_2 薄層(>5nm)を形成することで、電極堆積時の SiO_x 層の還元反応や欠陥生成を軽減でき、低抵抗(LRS)と高抵抗状態(HRS)の抵抗比 5~10 程度のバイポーラ型スイッチングが観測された。本研究では、抵抗比の向上を目指し、 SiO_x と TiO_2 を多重積層した MIM ダイオードの電気抵抗変化を評価した。

実験 熱酸化 SiO_2/p 型 $\text{Si}(100)$ 基板上に、RF スパッタ(投入電力: $2.54\text{W}/\text{cm}^2$)により室温で MIM ダイオードを作製した。厚さ 150nm の Ti 下部電極を形成後(Ar: 1.1Pa)、大気暴露せずに Ar/ O_2 雰囲気下(Ar/ $\text{O}_2=1$, 0.5Pa)で、 TiO_2 層(厚さ 5nm)、 SiO_x 層(厚さ 5nm)を交互に連続で堆積した。一部の試料は、同条件にて、さらに SiO_x (10nm)と TiO_2 (5nm)を積層した。その後、 TiO_2 上に Ti 上部電極(電極面積: $\sim 8.63 \times 10^5 \mu\text{m}^2$)をステンシルマスクを用いてスパッタ形成した。

結果及び考察 作製した MIM ダイオード構造の抵抗変化特性を電圧掃引による電流変化より調べた(Fig. 1)。 $\text{SiO}_x/\text{TiO}_2$ 積層数の異なるいずれの試料においても、フォーミング動作後に、明瞭なバイポーラ型の抵抗変化動作が観測された。 $\text{SiO}_x/\text{TiO}_2$ を多重積層することで、フォーミング動作に必要な電圧は高くなるものの、SET および RESET 動作に必要な電圧には顕著な違いは認められず $\sim 1.5\text{V}$ 以下で動作し、HRS の電流レベルが低減することが分かった。Fig.2 に、積層した試料において LRS(@-100mV)および HRS 電流値(@100mV)より見積もった抵抗値をスイッチング回数に対してまとめた。まず、測定時の正および負バイアス側に掃引する電圧が、それぞれ 1.5V および -1.5V の場合では、HRS と LRS の抵抗比が 1 桁程度であった。抵抗変化動作が 120 回程度観測された後、負バイアス側への掃引電圧を -2.0V にすると HRS の抵抗値が 2 倍程度増大し、この後も掃引電圧値を変えることで、HRS の変調が可能であった。

結論 $\text{SiO}_x/\text{TiO}_2$ を多層にすることで、動作電圧を大きく増大させずに HRS 電流レベルを低減できた。また、RESET 側の掃引電圧値を変化させることで、HRS 電流レベルの制御が可能であった。

謝辞 本研究は、公益財団法人中国電力技術研究財団の支援を受け、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学(RNBS)研究所で行われた。

文献 [1] 福嶋 他、2012 年秋季 第 73 回応用物理学会講演会、14a-C13-6、06-200

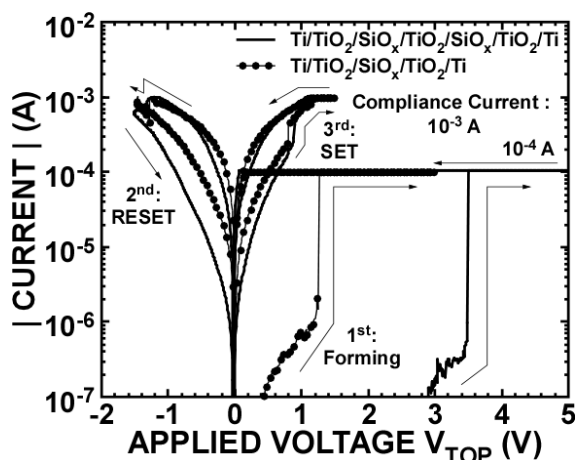


Fig. 1 Current-voltage (I-V) curves for MIM diodes with $\text{SiO}_x/\text{TiO}_2$ Multiple stacks. The current compliance levels for electro-forming and set processes were set at 1.0×10^{-4} and 1.0×10^{-3} A, respectively.

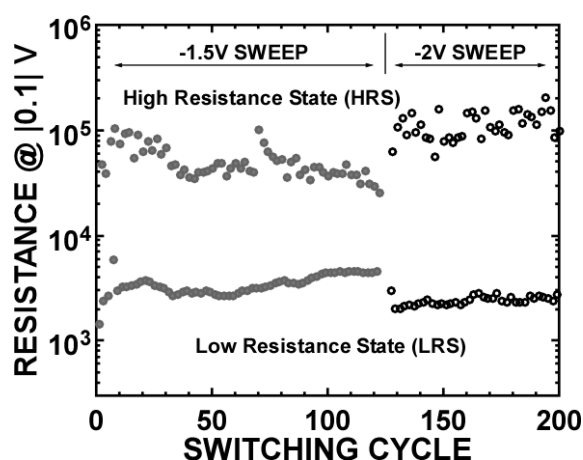


Fig. 2 Resistances at bi-polar type resistive switching for the $\text{Ti}/\text{TiO}_2/\text{SiO}_x/\text{TiO}_2/\text{SiO}_x/\text{TiO}_2/\text{Ti}$ diodes.