

Ga-In-Sn-Hf 液体金属合金を用いた抵抗変化型素子の動作実証

Demonstration of Resistive Switching Devices Using Surface Oxide of Ga-In-Sn-Hf Liquid Metal Alloy

龍谷大理工, °永井 慈, 前田 直輝, 番 貴彦, 山本 伸一

Ryukoku Univ., °M. Nagai, N. Maeda, T. Ban, S.-I. Yamamoto

E-mail : shin@rins.ryukoku.ac.jp

はじめに

近年、社会で IoT 化が進みデバイスの形状が多様化している。様々な形状のデバイスを実現するには柔軟性を持つ材料が必要である。今回我々は高い柔軟性を持つ液体金属合金に着目した。液体金属合金は表面に極薄で均一な金属酸化膜を形成する、特定の金属材料を添加すると金属酸化膜を生成する特徴を持つ。

本研究では液体金属合金のデバイスへの新たなアプローチとして液体金属合金に Hf を添加して形成された HfO_2 を抵抗変化層とし、抵抗変化型素子の動作実証を行った。

素子作製方法

作製した素子構造を図 1 に示す(a)。作製手順は初めに、2 cm 角の SiO_2 付き Si 基板上にフォトリソグラフィを用いて、直径 $15\ \mu\text{m}$ の円形レジストを形成した(b)。その後、下部電極のとして Au/Ni を抵抗加熱蒸着装置で蒸着した。次に、電極保護膜となる自己組織化単分子膜 (SAM) の下地層として Al を抵抗加熱蒸着装置で蒸着した。リフトオフによって Al/Au/Ni 側面を露出した(c)。後に、UV 照射を 2 h 行い Al 表面を酸化させ酸化アルミ形成した。1 mM のオクタデシルホスホン酸(ODPA)をアニソールに溶かした溶液に試料を 2 h 浸漬し、酸化アルミ膜に ODPA-SAM を成膜した。最後に直径 1.0 mm の電極を形成し、抵抗変化型素子を作製した(d)。

実験結果

作製した素子の I-V ヒステリシス測定の結果を図 2 に示す。この素子では +2.8 V 付近で SET 動作を、-2.2 V 付近で RESET 動作を確認した。また、抵抗変化時の読み取り電流は最大で $6.75\ \mu\text{A}$ を示した。次に液体金属合金を用

いた抵抗変化型メモリの伝導機構を図 3 に示す。F-N プロットで負の勾配がみられ、この素子では SET 側では $0.4\sim 1\ [1/\text{V}]$ の範囲で、RESET 側では $0.3\sim 0.5\ [1/\text{V}]$ で Fowler-Nordheim 伝導を確認、液体金属合金の極薄の表面酸化膜で抵抗変化動作が起こっていることが示唆された。

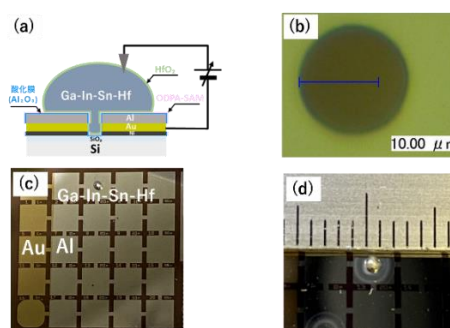


図 1 液体金属合金を用いた抵抗変化型素子のデバイス構造

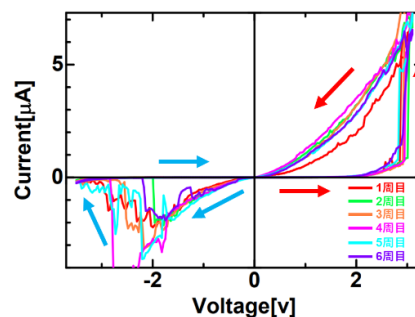


図 2 I-V ヒステリシス測定結果

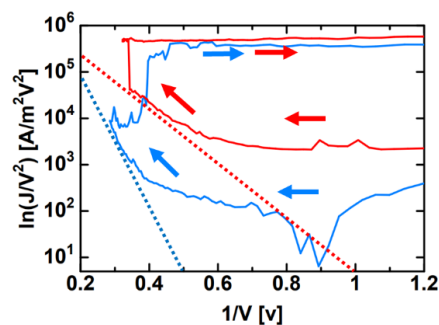


図 3 F-N プロット