

フィラメントの合金化による抵抗保持時間の制御

Control of data retention time by alloying metal filaments

東理大理¹, 産総研², 鳥取大工³, 豊田理研⁴, 長瀬産業⁵

○佐藤暖^{1,2}, 松尾拓真^{1,2}, 佐藤洋士^{1,2}, 島久², 内藤泰久²,

秋永広幸², 野上敏材³, 伊藤敏幸⁴, 小林正和⁵, 木下健太郎¹

Tokyo Univ. of Sci.¹, AIST², Tottori Univ.³,

Toyota Physical and Chemical Research Institute⁴, NAGASE & CO., LTD.⁵

○D. Sato^{1,2}, T. Matsuo^{1,2}, H. Sato^{1,2}, H. Shima², Y. Naitoh²,

H. Akinaga², T. Nokami³, T. Itoh⁴, M. Kobayashi⁵ and K. Kinoshita¹

E-mail: 1520526@ed.tus.ac.jp

【序論】これまで、イオン液体 (IL) を金属の酸化溶解、還元析出の反応場として利用した導電性ブリッジメモリ (IL - CBRAM), 物理リザバーについて報告してきた^[1]. 両デバイスに共通して, Cu の均等化反応 ($\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow 2\text{Cu}^+$) によって Cu フィラメント溶出速度が上昇し, 抵抗保持時間が短くなることが示された^[2]. 一方, 一価のイオンを安定とする Ag を IL にドープすることで, 抵抗保持時間が長くなることが確認された^[3]. これらから, Cu と Ag の合金フィラメントを任意の組成比で形成することができれば, 抵抗保持時間が広く制御可能になることが期待される. 今回, 電極から Cu, IL から Ag を供給するデバイス構造を用い, 形成された金属フィラメント (MF) の組成を明らかにした.

【実験方法】素子構造は Cu (50 nm) / SiO₂ (30 nm) / Pt (20 nm) である. Cu 上部にコンタクトパッドとして Au (100 nm) を成膜し, SiO₂ 層には幅 300 nm のスリットを導入した. Ag⁺ を 0.4 M ドープした [Bmim][TfN] 溶液 (Ag - IL と記載) をスリット部分に滴下して電圧掃引することで MF を形成し, オージェ電子分光法 (AES) で元素分析を行った.

【結果及び考察】Fig. 1 に MF 形成時の I - V 特性を示す. この結果から素子が CBRAM として駆動していることが確認された. Fig. 2 に MF の SEM 像, Fig. 3 に SiO₂ 換算で 10 nm の Ar イオンスパッタクリーニング後の MF の面分析結果を示す. MF 内部では主に Ag (青), 表面では主に Cu (赤) が検出された. 続いて MF の一点 (Fig. 3 中×印) で定性分析を行った結果, Ag/Cu モル比は 7.2 と測定された. この結果から, 電極から Cu, IL から Ag が供給されて合金フィラメントが形成されることが確認された. 陽極反応に依存しない, Pt 等の電気化学的に不活性な電極で構成された物理リザバーに, Cu と Ag の両者がドープされた IL を供給することで, 合金フィラメント形成/断裂の再現性, 制御性が向上すると期待される.

[1] 松尾他, 第 68 回 応用物理学会春季学術講演会 17a-Z24-4 (2021). [2] H. Sato *et al.*, *Front. Nanotechnol.*, **3**, 660563 (2021). [3] 佐藤他, 第 67 回 応用物理学会春季学術講演会 12p-D411-12 (2020).

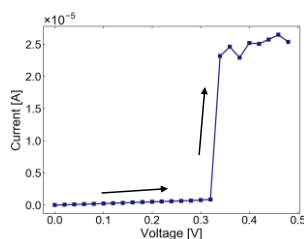


Fig. 1: I - V characteristics when the metal filament was formed.

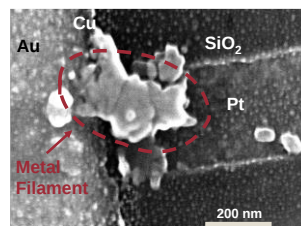


Fig. 2: SEM image of the metal filament.

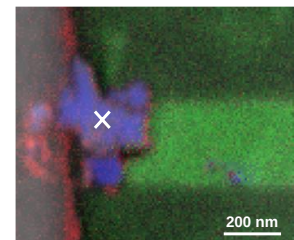


Fig. 3: Element mapping of the metal filament. Blue, red and green show Ag, Cu and Pt, respectively.