

酸化マンガンナノ粒子を用いた修復能を持つ抵抗変化素子の作製と評価

Fabrication and Evaluation of Resistive Memory with repairing by MnO₂ nanoparticles

龍谷大¹, 奈良先端大² ○番 貴彦¹, 浦岡 行治², 山本 伸一¹

Ryukoku University¹, NAIST³ ○Takahiko Ban¹, Yukiharu Uraoka², Shin-ichi Yamamoto¹

E-mail: t-ban@rins.ryukoku.ac.jp

【背景と目的】

シングルナノサイズの微細化が目前に迫った今、微細化に代わる新たなデバイスが必要とされている。この解決法の一つとして人間の脳を模した素子、回路が注目を浴びている。人間の脳を模すことでコンピュータの認識能力と消費電力性能の向上につながるとされるためである。本研究は抵抗変化素子を用いてシナプスを模したデバイスを作製することで、次世代の記憶デバイスの作製に取り組む。通常シナプスはニューロン間に多量に存在しており、それぞれの結合の合算がシナプスの結合の強さとして表されている。この再現として酸化マンガンナノ粒子を用いている。これにより抵抗変化素子のパスをナノ粒子位置に制御できる。またナノ粒子の配置を制限することで電流のパスの絶対数も制御できると考えた。

【実験および結果】

内部に無機物のナノ粒子を形成するフェリチンと呼ばれる球殻状タンパク質を用いることで酸化マンガンナノ粒子を作製した。ナノ粒子の大きさはフェリチンの内径に制限されおよそ 6 nm である。さらにフェリチン表面に PEG と呼ばれる有機分子を修飾した。これにより基板滴下時フェリチン間の距離が空き、およそ 50 nm 間隔でナノ粒子が並ぶ。下部電極 Pt/Ti を蒸着した試料に対し、上記のフェリチン溶液を滴下しスピコートを行った。次に EB 蒸着を用いて酸化タンタル膜を成膜し、同様に上部電極 Pt/TiN を蒸着することで素子を作製した。この素子について 5 V のパルスを印加した後、1 V の低バイアスを 100 秒間印加したときの繰り返しの時間依存の特性を図 1 に示す。時間により元の高抵抗状態まで戻りシナプスにおける短期可塑性の特性が発現している。同様にパルス印加後 1 s の低バイアスをかけた時の繰り返し特性を図 2 に示す。順に電流値が上がってきており、12 s 以降は低抵抗の状態が維持された。これはシナプスにおける長期増強が発現していると考えられる。以上の結果よりシナプス素子の作製に成功したと考えられる。他、酸化マンガン薄膜を用いた素子と比較しナノ粒子を用いたものでは動作が安定しており、ナノ粒子によるパスの制御が効果を表していると考えられる。

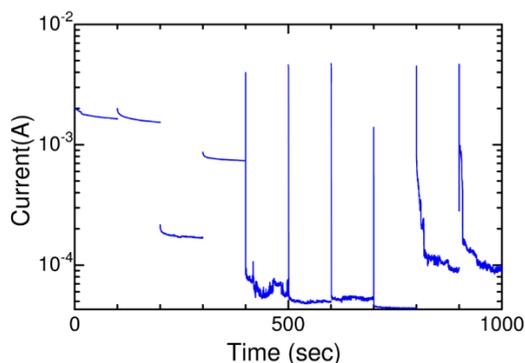


図 1 パルス 1 回ごとに 100s、1V の低バイアス印加時の時間に対する電流特性

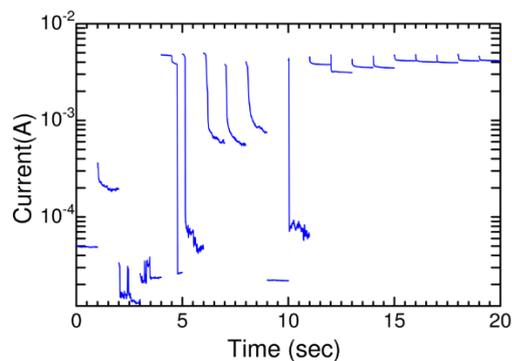


図 2 パルス 1 回ごとに 1s、1V の低バイアス印加時の時間に対する電流特性