

酸化マンガンナノ粒子の2次元配列を利用したシナプス素子の作製

Fabrication of Synaptic Device with 2D array of 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, NAIST² ○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。人間の脳を模する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。図 1 に Si 基板上にフェリチン溶液を滴下後スピンドライした試料の SEM 観察像を示す。フェリチンに修飾された PEG 分子が干渉しあい、およそ 50 nm 間隔でナノ粒子が並んでいることを確認した。下部電極 Pt/Ti を蒸着した試料に対し、フェリチン溶液を滴下しスピンドコートを行った。次に EB 蒸着を用いて酸化タンタル膜を成膜し、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 1 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。また 0.5 秒間の低バイアスを印加したときの時間依存性を図 3 に示す。図 2 では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。また図 3 では同様にパルスごとに電流値が上がっていくが 8 秒で電流値が安定している。これは長期増強におけるパルス間隔の短縮による学習効果の増強のような効果が出ていると考えられる。

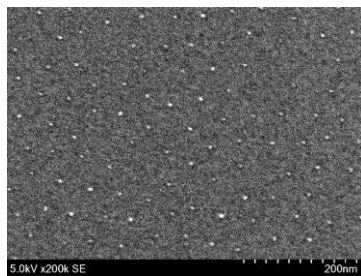


図 1 MnO₂ 2 次元配列 SEM 像

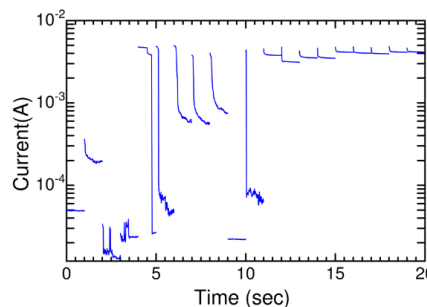


図 2 パルス 1 回ごとに 1 s、1 V の低バイアス印加時の時間に対する電流特性

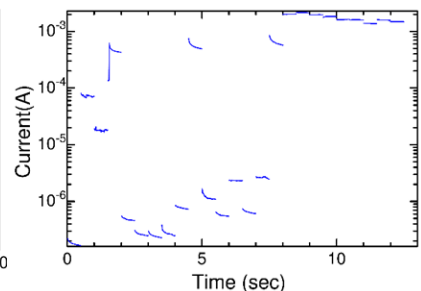


図 3 パルス 1 回ごとに 0.5 s、1 V の低バイアス印加時の時間に対する電流特性