

硫化銀アイランドネットワークを用いたリザーバー動作の周波数依存性

Frequency Dependence of an Ag₂S Island Network Reservoir

早大先進理工 ○(M1)清水 陽介, (M2)中島 基晴, (M1)峯岸 和輝, 長谷川 剛

Waseda Univ. °Yosuke Shimizu, Motoharu Nakajima, Kazuki Minegishi, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: shimiyou@ruri.waseda.jp

はじめに：リザーバーコンピューティングは機械学習の一つであり、時系列情報の処理に適した手法として注目を集めている。我々は硫化銀アイランドネットワークによるリザーバーの実現を目指している。この素子では、銀イオンの拡散と酸化還元反応によって銀フィラメントが成長することで非線形な抵抗変化が起こる。このため、電子反応のみが寄与するリザーバーに比べて大きな時定数での動作が期待できる。本研究では、リザーバー動作の硫化銀アイランドサイズ依存性および周波数依存性について調べた。

実験：直径 1 μ m 程度の領域の周囲に複数の電極(Pt (20nm)/Ti (5nm))が配置された構造を SiO₂ 基板上に作製した。その後、SiO₂ 基板を加熱しながら基板全体に銀の蒸着(9nm)を行った。この際、基板の加熱温度を 200°C/300°Cとすることでアイランドのサイズを変化させた。銀蒸着後に気相硫化(70°C、20 分)することで、電極間に硫化銀アイランドネットワークを形成した。電極の 1 つに正弦波を入力し、その他の電極での出力波形を計測した。

結果と考察：各素子に対して 1V_{p-p} の正弦波(周波数 0.01Hz~0.1Hz)を入力したところ、銀フィラメントの成長によると思われる電圧の急峻な変化が低周波数側で観測された。測定は、0.1Hz→0.01Hz→0.1Hz の順番で行った。観測された急峻な抵抗変化の平均変化量(ΔR)を図 1 に示す。銀蒸着時の基板加熱温度((a) 200°C, (b) 300°C)に依らず、0.05Hz 程度でスイッチング動作による非線形変換が始まり、周波数が小さくなるほど ΔR の値が大きくなるのが分かる。入力電圧の振幅を大きくすると、スイッチング動作に伴う急峻な電圧変化が起こり始める周波数も大きくなった(図 2)。これは、電圧の増大によってスイッチング動作を引き起こす銀イオンの拡散と酸化還元反応の速度が速くなったことで説明できる。以上から、硫化銀アイランドを用いることで時定数の大きなリザーバー動作を実現できること、かつ、動作電圧を変数として時定数の制御ができる可能性があることも分かった。

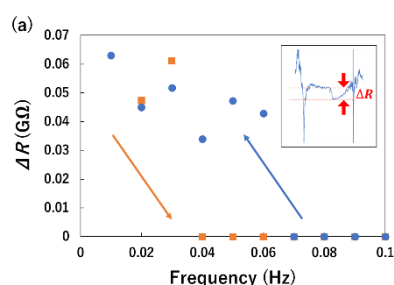


Fig. 1. Frequency dependence of ΔR measured for samples made by Ag deposition (a) at 200°C and (b) 300°C.

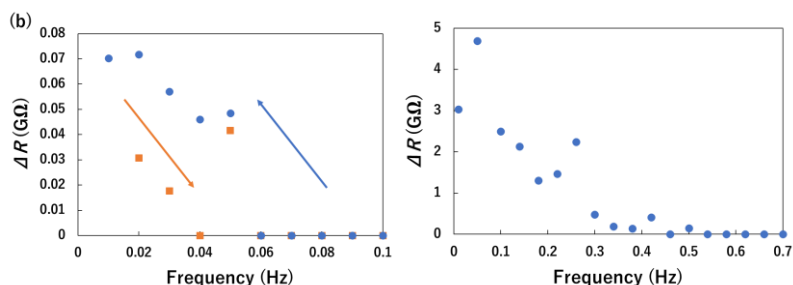


Fig. 2. Frequency dependence of ΔR measured with 4V_{p-p}.