

Ag ドープ Ta₂O₅ 薄膜を用いた物理リザーバーの基本動作特性評価

Characteristics of a Physical Reservoir Using a Ag-doped Ta₂O₅ Thin Film

早大先進理工 ○(B) 林 泰甫, 伊藤 達也, 神田 侑奈, 郷原 李紗, 長谷川 剛

Waseda Univ., °Taisuke Hayashi, Tatsuya Ito, Yuna Kanda, Risa Gobara, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: h_taisuke@moegi.waseda.jp

はじめに：最近、イオン分布が作る内部電場を利用した物理リザーバーの開発が進められている。我々の研究室でも、多結晶硫化銀薄膜内における銀イオンの移動を利用した物理リザーバーの動作を実証してきた[1]。本研究では、抵抗変化素子の材料として使われてきた Ag ドープ Ta₂O₅ 薄膜を用いて物理リザーバーを作製し、その基本動作特性を評価した。

実験方法：SiO₂ 基板上に、直径 400μm の円周上に等間隔で先端が配置された 4 つの電極を作製した。この直径 400μm の領域に Ag ドープ Ta₂O₅ 薄膜をスパッタ成膜した。成膜には Ag と Ta₂O₅ の混合ターゲットを用いた。Ag と Ta₂O₅ の混合比（重量比）が 2:1, 1:1, 1:4, 1:8 の 4 種類のターゲットを用いることで、リザーバー動作の Ag ドープ量依存性を測定した。測定は室温・大気中で行った。乱数で正負を決めた三角波列を一つの電極に入力し、残りの 3 電極で出力を測定した。周波数および電圧値を変数として、短期記憶特性を評価した。

結果と考察：Fig.1 (a)に短期記憶容量の周波数および Ag-Ta₂O₅ 混合比依存性を示す。混合膜の膜厚はいずれも 10nm、入力電圧振幅は 2V である。Ag のドープ量が多いほど短期記憶容量が大きくなっている。また、極大値を示す周波数も高くなっている。これらは Ag イオンの量が多いほど大きな内部電場を形成できるため、および、拡散現象が早く飽和状態に達するためであると考えられる。短期記憶タスクについて、決定係数の遅延依存性の測定例を Fig.1 (b)に、ターゲット波形と合成波形の比較例を Fig.1 (c)に示す。混合膜厚および入力電圧も変数として測定を行ったが、周波数ほどの依存性は確認できなかった。このほか、パリティチェックタスクも行った。当日は、硫化銀薄膜を用いた物理リザーバーとの比較結果なども含めて報告する。

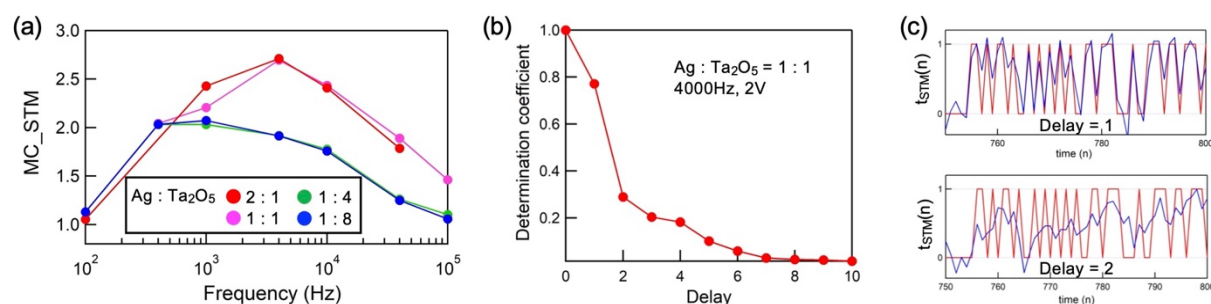


Fig. 1 Results of short-term memory task. (a) Memory capacity measured for four Ag-doped Ta₂O₅ physical reservoirs with different Ag-Ta₂O₅ ratio. (b) Change in determination coefficient measured with 4,000 Hz and 2V. (c) Target waves (red) and synthesized waves (blue) in the STM task for delay 1 and delay 2.

[1] Y. Shimizu et al., JJAP 62, SG1001 (2023). K. Minegishi et al, JJAP 62, SG1032 (2023).