

SmNiO₃ プロトンレジスタの電圧履歴依存メモリ効果の評価 Evaluation of the dependent of memory effect in SmNiO₃ proton registers on history of voltage application

阪大産研¹ ○ (M2) 野中信¹、服部梓¹、田中秀和¹

ISIR, Osaka Univ.¹, °S. Nonaka¹, A. N. Hattori¹, and H. Tanaka¹

E-mail: nshingokun77@sanken.osaka-u.ac.jp

代表的な強相関電子金属酸化物である SmNiO₃ (SNO) は、プロトンドーピングによる巨大な抵抗変調 (~10⁸ 倍) が報告されている[1]。プロトンデバイスは、電界効果では実現できない巨大な抵抗変調を可能にするが[2]、駆動メカニズムは定量的に明らかになっていない。

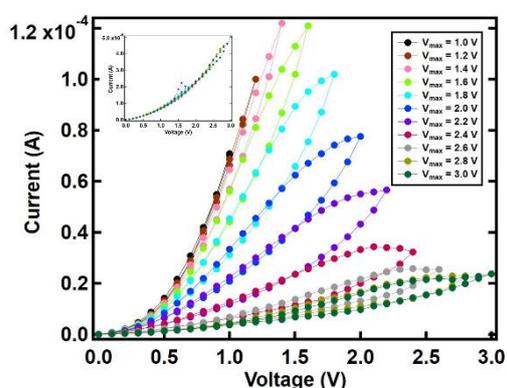


図1 水素ドーパ量 20%の SNO プロトンレジスタの電流 (I) -電圧 (V) 特性と 100% ドープ SNO プロトンレジスタの電流 (I) -電圧 (V) 特性 (挿入図)。

プロトンデバイスの巨大・高速動作の実現にはメモリ効果 (不可逆的抵抗変調) と各種パラメーター (チャンネルサイズ、水素濃度、電圧印加条件) との相関関係を解明する必要がある。本研究では二端子 SNO プロトンレジスタを作製し、制御パラメーターに依存したメモリ効果の定量的評価を試みた。

SNO エピタキシャル薄膜を、LaAlO₃(001) 基板上に作製した。Pt 電極 (カソード)、Au/Ti 電極 (アノード) を蒸着し、デバイス構造を作製した。チャンネルサイズ、水素ドーパ量

を変化させた SNO プロトンレジスタを用意し、室温大気中で電界によるメモリ効果の特性評価を行った結果、水素ドーパ量に依存して、メモリ効果に大きな違いが現れた。ここでは、Pt 電極に 0 V から 0.1 V ステップで正バイアスを V_{max} まで印加し 0 V に戻した。 V_{max} を 1.0 V, 1.2 V, ..., 3.0 V の順で変化させて評価したところ、履歴性のあるメモリ効果が観られた。水素を抵抗値が飽和するまでドーパしたデバイスではほとんどメモリ効果を示さないのに対し (図 1 挿入図)、水素を飽和量の約 20% までドーパしたデバイスでは電圧印加前と 3 V 印加後の抵抗変化において最大 250% の巨大なメモリ効果を示した (図 1)。メモリ効果は Pt 電極付近にのみ存在するプロトンのチャンネル内拡散に起因する[2]。すなわち、正の電荷をもつプロトンが Pt 電極側から Au/Ti 電極方向に拡散し、高抵抗なプロトン注入 SNO (H-SNO) 領域がチャンネル内に拡がることで素子全体の抵抗値が増加する。メモリ効果は H-SNO 領域の拡散と収縮の応答性が異なるため見られ、メモリ効果の履歴性はチャンネル内で異なる濃度を持つ H-SNO (プロトン濃度分布) が影響していると考えている。発表では、電圧印加条件に依存したメモリ効果をプロトン挙動の観点から議論する。

[1] J. Shi et al., Nat. Commun. **5** (2014) 4860.

[2] C. Oh et al., Appl. Phys. Lett., **108** (2016) 122106.