

Point Contact Spectroscopy による硫化物原子スイッチの動作機構の解明

Investigation on the Sulfide Based Atomic Switches with PCS

東工大院理 ○(D)相場 諒, (M)小泉 凌太, 金子 哲, 木口 学

Tokyo Tech °Akira Aiba¹, Ryota Koizumi, Satoshi Kaneko, Manabu Kiguchi

E-mail: aiba.a.aa@m.titech.ac.jp

〔序〕原子レベルのデバイスとして、固体電解質を電極で挟んだ原子スイッチが注目されている[1,2]。原子スイッチは固体電解質の内部で金属フィラメントの形成と破断を行うデバイスであり、フィラメントの原子種によって動作電圧などのデバイス性能が異なっている。しかしこれまでに行われた原子種分析はデバイスの破壊を伴うものであった。本研究ではフィラメントの原子種を分析する手段として Point Contact Spectroscopy(PCS)に着目した。金属硫化物を用いた原子スイッチについて、デバイスを破損させることなくフィラメントの原子種を分析した。

〔実験〕Figure 1 の挿入図に示す Ag/Ag₂S/Pt の三層構造を持つ原子スイッチを作製し、フィラメントを形成させた後に液体ヘリウムを用いて原子スイッチを冷却した。低温環境においてバイアス電圧を掃引し、PCS を計測した。Ag、Ag₂S を Cu、Cu₂S でそれぞれ置き換えた合計 4 通りの系について実験を行い、 d^2I/dV^2 スペクトルを銀および銅接点のスペクトルと比較した。

〔結果・考察〕Ag/Ag₂S/Pt 型の原子スイッチでは figure 1 に示すように 30meV 前後にピークが現れ、銀接点のスペクトルでも同じ位置にピークが現れた。ピークの半値幅は温度に比例して増大しており、スペクトルで観測されたピークは銀のフォノン励起によることが示された。

Ag/Cu₂S/Pt 型および Cu/Ag₂S/Pt 型では銀のフォノン励起が観察されたのに対し、Cu/Cu₂S/Pt 型の原子スイッチのみ銅のフォノン励起に対応するピークが現れた。以上の結果より、複数の金属原子種が混在するデバイスの場合、フィラメントを構成する原子種はどちらか一方が多数を占めることが示された。固体電解質内部での金属イオンの拡散速度の違いにより、一方の金属種がもう一方より速くフィラメントを形成したためと考えられる。

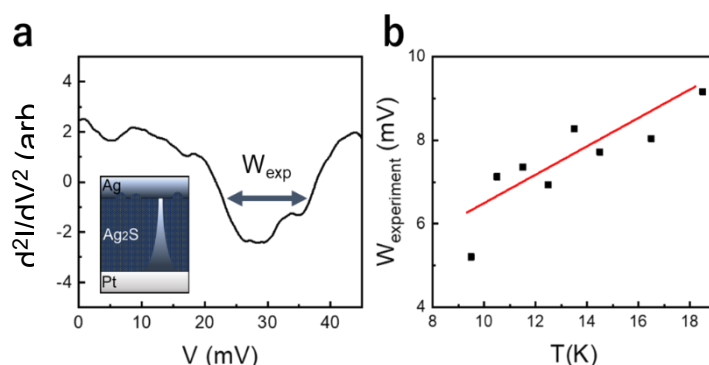


Figure 1(a) d^2I/dV^2 spectrum of Ag/Ag₂S/Pt type atomic switch
(b) Temperature dependent of FWHM of the peak

1. R. Koizumi, A. Aiba *et al.*, *Nanotechnology* 30, 125202 (2019).
2. A. Aiba *et al.*, *ChemElectroChem* 5, 2508–2517 (2018).