

電気化学ポテンシャル制御による硫化銀ナノドットからの銀原子析出

Electrochemically-controlled atom-by-atom precipitation from an $\text{Ag}_{2+\delta}\text{S}$ nanodot

早大先進理工¹, アーヘン工科大学², [○](M1) 田井星翔郎¹, バロブイリア², 長谷川剛¹

Waseda Univ.¹, RWTH Aachen², [○]Seishiro Tai¹, Ilia Valov², Tsuyoshi Hasegawa¹

E-mail: starsheep38@fuji.waseda.jp

序論: 電気化学反応を利用することで、電圧印加によって硫化銀結晶から銀フィラメントを成長させることができる[1]。近年、走査型トンネル顕微鏡を用いることでナノスケールのフィラメント成長が可能であることも報告されている[2]。これらの方法では、硫化銀内部と外部との電気化学ポテンシャルの差を制御している。電気化学ポテンシャルは原子数 N の対数関数であるため、 N が小さくなると、隣接準位間のポテンシャル差が大きくなる。本研究では、この点に着目し、原子(層)単位での銀原子の析出と固溶の制御を目指して実験を行った。

実験方法: 硫化銀($\text{Ag}_{2+\delta}\text{S}$)には、イオン結合をしていない余剰なイオン(δ 成分)が存在する。ナノスケールの硫化銀結晶を作製すれば、余剰なイオンの数は数百個、あるいはそれ以下になり、隣接準位間のエネルギー差を数 meV~数十 meV 程度にまで大きくできる。本研究では、ナノ球リソグラフィーの手法を用いて 100 nm 程度のサイズの硫化銀ナノドットを作成した。次に、走査型トンネル顕微鏡 (STM) を用いることで、硫化銀ナノドット内外の電気化学ポテンシャルを制御し、銀原子の析出と固溶実験を行った (Fig. 1)。

実験結果と考察: Fig. 2 に実験結果の一例を示す。探針に対する試料電圧を大きくしていくと、銀原子ワイヤーの成長に伴う探針の上昇 (図中、赤線) が観測された。また、電圧の極性の反転による探針の降下が観測された。探針の上昇が 0.24 nm の整数倍でステップ状に起こっていることから、銀の (111) 面の原子層を最小単位として析出が起こったと言える。このとき直径 0.6 nm の銀ワイヤーが成長したと仮定して、電位差から予測される析出銀原子数を算出した (図中、緑線)。この実験結果は、電圧印加による原子層単位での析出制御が可能であることを示唆している。原子単位ではなく、原子層単位での析出となった理由の考察も含めて、当日、詳細を発表する。

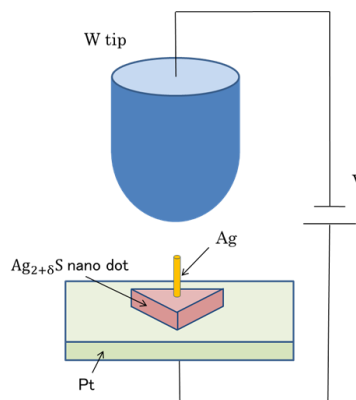


Fig. 1 Growth of Ag-wire from $\text{Ag}_{2+\delta}\text{S}$

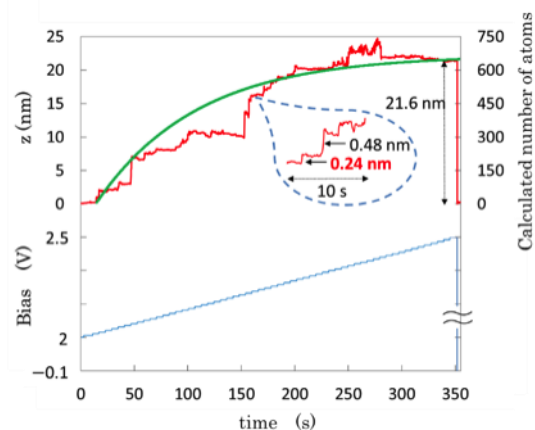


Fig. 2 Growth of an Ag protrusion by bias application. Estimated number of precipitated Ag atoms is also shown.

参考文献:

- [1] 大鉢忠、博士論文 (同志社大学、1975)。
- [2] K. Terabe et al., J. Appl. Phys. 91 (2002) 10110.