19p-A7-10

エレクトロマイグレーションを用いた Au ナノチャネルのコンダクタンス制御と Mass Transport の AFM 実時間観察

Control of Channel Resistance and In-Situ Atomic Force Microscopy Observation of Mass Transport in Au Nanowires by Feedback-Controlled Electromigration

東京農工大院工　°八木麻実子、齋藤孝成、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

°M. Yagi, T. Saito, and J. Shirakashi

E-mail: 50013834206@st.tuat.ac.jp

ナノ空間における原子移動の制御技術の一つとして、電圧フィードバック制御型エレクトロマイグレーション（FCE）が注目を集めている[1, 2]。本手法は金属細線における段階的な電圧の増加と、断線の予兆を検出後の素早い電圧の減少を繰り返すことにより、爆発的な断線を防ぐことが可能とされている[1, 2]。エレクトロマイグレーション（EM）のメカニズムや精密なナノギャップの構造制御に関する知見を得るためには、各種顕微法による EM プロセスのリアルタイム in-situ 観察が求められている。そこで、我々は原子間力顕微法（AFM）を用いて、EM 進行過程における Au ナノチャネルを高さ情報も含めてリアルタイムに観察可能であることを報告してきた[3]。今回の報告では、FCE による Au ナノチャネルのコンダクタンス変化をその場制御しながら、AFM により Mass Transport を実時間観察した。

まず、電子線リソグラフィーにより、300 nm の幅を有する Au ナノチャネルを作製した。次にこれらのサンプルにおける FCE 過程を、コンタクトモード AFM によりその場観察した。図 1 には FCE プロセス（V_{STEP} = 0.3 mV、V_{FB} = 300 mV、G_{TH} = 50 mS）に伴う Au ナノチャネルの Cathode 付近の AFM 断面（A-B）プロファイルを示す。また、挿入図には Au ナノチャネルの AFM 像を示す。FCE プロセス開始から 262 秒までは構造変化がほとんど見られないが、370 秒経過後には Cathode 付近の狭窄部にボイドが発生した。その後、FCE プロセスの進行に伴い、ボイドは Au ナノチャネルの深さ方向に徐々に成長した（t = 462 ~ 477, 554 ~ 569 sec）。これより、FCE プロセスを適用した Au ナノチャネルをその場 AFM 観察することで、ボイドの挙動により EM で生じる Au 原子の拡散の様子を捉えることができた。

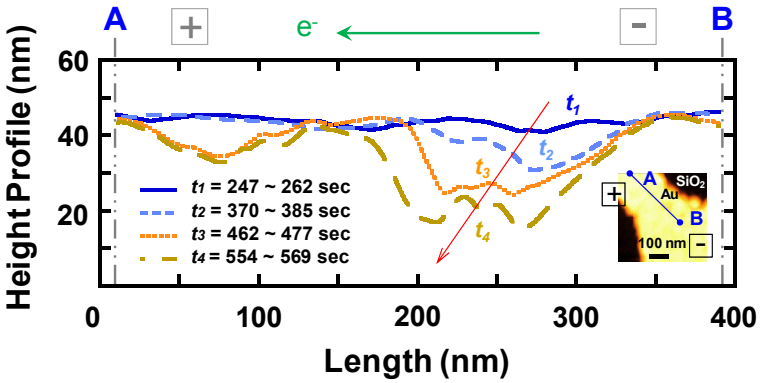

Fig.1 Cross section of electromigrated Au nanowire obtained from AFM images during FCE process.

References
[1] D. R. Strachan et al., Appl. Phys. Lett. 86 (2005) 043109.
[2] D. R. Strachan et al., Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 056805.
[3] 八木 他: 第 61 回応用物理学会秋季学術講演会 18p-PG10-7 (2014).

© 2014 年　応用物理学会