

Au ナノチャネルのエレクトロマイグレーションによる 質量輸送過程の In-Situ AFM 観察

Mass Transport during Feedback-Controlled Electromigration in Au Nanowires

Using Atomic Force Microscopy

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

通電により原子が移動するエレクトロマイグレーション(EM)現象を利用したナノギャップ電極の作製手法として、電圧フィードバック制御型 EM(FCE)法が知られている[1, 2]。本手法は EM の発現強度をフィードバック制御により調整することで、Catastrophic な断線を防ぐことが可能とされている[1, 2]。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、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してきた[3]。ボイドの成長をその場で観察することにより、EM によって生じる Au ナノチャネルの Mass Transport を直接調べることができる[3]。今回の報告では、FCE プロセスにおけるボイドの形成・成長過程を AFM その場観察によって詳細に検討した。

まず、電子線リソグラフィーにより、100 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(a)-(c)には FCE プロセス($V_{STEP} = 0.5$ mV, $V_{FB} = 200$ mV, $G_{TH} = 50$ mS)に伴う電気的特性および 3 回目のフィードバック(FB)制御前後の Au ナノチャネルの Cathode 付近の AFM 像を示す。FCE プロセス開始から 193 秒後に 1 回目の FB 制御が始まり、257 秒経過後には 3 回目の FB 制御が実行された。図 1(b),(c)から得られる体積の差分より、ボイドの成長に寄与する Mass Transport は 7.5×10^4 atoms/sec と見積もられた($t = 245 \sim 276$ 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定量的に捉えることができた。

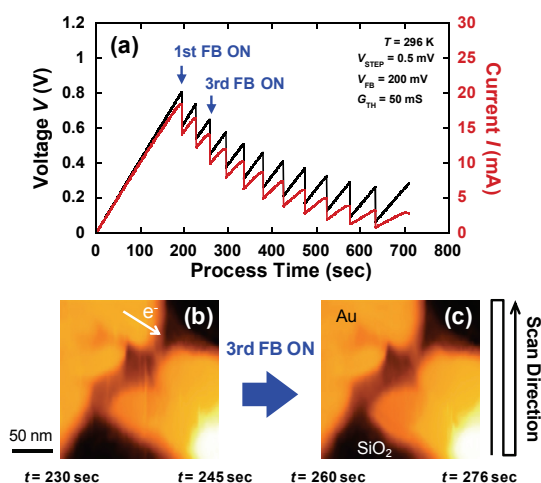


Fig.1 (a) Time evolution of FCE process for a Au nanowire and (b), (c) AFM images during FCE process.

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 75 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-A7-10 (2014).