ステップ端に選択吸着させた Ag 原子を援用した Si (111)表面上への溝構造の形成

Nano-Groove Formation on Si (111) Surfaces Assisted by Ag Particles Selectively Deposited at Step Edges

大阪大学，°馬 智達，増本 晴文，川合 健太郎，山村 和也，有馬 健太

Osaka Univ., °Zhida Ma, Seiya Masumoto, Kentaro Kawai, Kazuya Yamamura, Kenta Arima

E-mail: ma@pm.prec.eng.osaka-u.ac.jp

我々は、異なる三種類のウェットエッチングを複合的に用い、Si 表面にナノメートル幅の溝構造を自己組織的に作製し、隣り合うテラス部を分離することを目的とした研究を進めている。具体的には、まず、微傾斜角を有する Si (111)表面に異方性エッチングを施して、テラスと原子ステップから成るステップ／テラス構造を作製する [1)]。次に、テラスの端部（エッジ部）へ選択的に Ag 原子を吸着させる [2)]。続いて、形成した Ag 細線をテンプレートとして、金属アシストエッチングを施し、Si ウエハの全域で、平行・並列型の溝構造を形成する。本研究では、提案する上記のウェットシーケンスにおける、各プロセス後の Si 表面の構造を原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscopy : AFM)により、ナノスケール領域で調査した結果について報告する。

図 1 は、溶存酸素濃度を～1 ppb まで低減した純水（以降、低溶存酸素水）中に、Si (111)基板（微傾斜角 0.2°）を浸漬して得た表面の AFM 画像である。低溶存酸素水は、脱酸素剤である$(NH_4)_2SO_3$を加えて得た。表面の微傾斜角で決まるテラス幅を持つステップ／テラス構造（ステップ高さ：0.3 nm、テラス幅：90 nm）が形成できていることが分かる。図 2 は、Ag^+イオン（5 ppm）を混合した低溶存酸素水中に、図 1 で示す試料を浸漬して得た Si 表面の AFM 画像である。エッジ部に沿って、Ag^+イオンが選択的に還元され、微粒子（高さ約 5 nm、幅約 15 nm）として吸着している様子が確認できる。図 3 は、図 2 で示す Si 表面を HF(4.6 mol/L)と H_2O_2 (0.005 mol/L) の混合溶液に浸漬して得た表面構造である。図 2 で観察された Ag 微粒子群は一切存在せず、代わりに、ミシン目状のナノ溝構造（深さ 2 nm、幅約 10 nm）が形成されている。これは、Ag 微粒子が触媒的な作用を発現してエッチング液中の H_2O_2 の還元を促進し、これに伴って、Ag 微粒子直下の Si 表面が選択的に酸化・溶解したためであると考えられる。現在、図 3 よりも連続性に優れたナノ溝構造を形成するため、ウェットプロセスの最適化に取り組んでおり、当日報告する予定である。

参考文献

1) H. Fukidome et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **38** (1999) 1085.
2) N. Tokuda et al., *J. Phys. Chem. B*, **109** (2005) 12655.

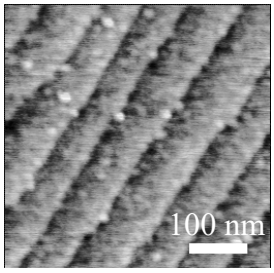

Figure 1. After immersion in low dissolved oxygen water (LOW).

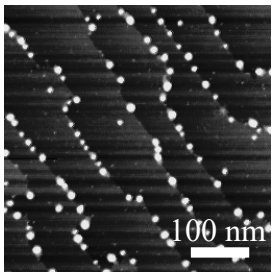

Figure 2. After immersion in LOW containing 5 ppm Ag^+.

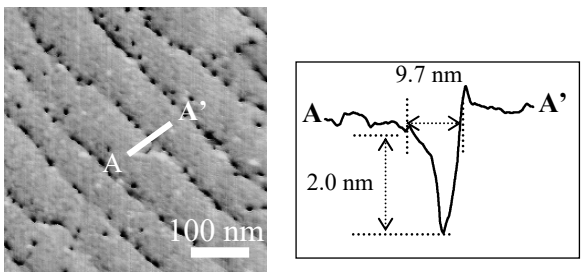

Figure 3. After etching of a Si surface shown in Fig. 2 in mixed solution of HF and H_2O_2.