

課題番号 : F-16-OS-0036  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : ナノハイブリッド細線パターンの形成と評価  
Program Title (English) : Formation and evaluation of nano-hybrid patterns  
利用者名 (日本語) : 岡本 一将<sup>1)</sup>, 佃 諭志<sup>2)</sup>  
Username (English) : K. Okamoto<sup>1)</sup>, S. Tsukuda<sup>2)</sup>  
所属名 (日本語) : 1) 北海道大学大学院工学研究院, 2) 東北大学 多元物質科学研究所  
Affiliation (English) : 1) Faculty of Engineering, Hokkaido University, 2) IMRAM Tohoku University

## 1. 概要 (Summary)

ポリビニルピロリドン(PVP)は、金属ナノ粒子合成において、金属ナノ粒子表面と高い親和性を示すため、保護剤として広く使用されている。本研究では、PVP 薄膜に電子線描画を行い、PVP のラインパターン形成し、このPVP パターンをテンプレートとした Au ナノ粒子の直接形成、及び配列制御を行った。Au ナノ粒子合成は、塩化金酸を含む溶液中での UV 還元処理で行い、PVP パターン上への Au ナノ粒子形成を架橋点密度の観点から議論を行った。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

高精細電子線リソグラフィ装置 (ELS-7700T)

### 【実験方法】

PVP を 2-propanol に 1.0 wt% で溶解させた後、架橋剤として N,N'-Methylenebisacrylamide を PVP に対し 10 wt% 加えた溶液からスピコート法を用いて Si 基板上に PVP 薄膜を作製した。この薄膜に高精細電子線リソグラフィ装置 (エリオニクス製 ELS-7700T, 加速電圧: 75 keV, 線量 10~50  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ) を利用し、幅 0.5  $\mu\text{m}$ , 長さ 20  $\mu\text{m}$  のラインパターンを描画した。現像は 2-propanol を用いて行い、乾燥後 SEM により直接観察を行った。また、PVP のラインパターンを形成した Si 基板を塩化金酸を溶かした MeOH 溶液に浸漬し、紫外光還元処理を 30 分行い Au ナノ粒子形成を行った。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

電子線描画 (線量 10, 30, 50  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ) 及び、現像を行った後、Si 基板上に架橋反応により不溶化した PVP パターンが確認された。続いて、塩化金酸を含む溶液中での UV 照射を 30 分行った結果を Fig. 1 に示す。すべての PVP パターン上で Au ナノ粒子の形成が確認されたが、

電子線の線量の増加に従い、パターン上へ選択的に形成される Au 粒子数が顕著に増大した。PVP パターン形成時の電子線の線量に依存して PVP パターン中での架橋反応、特に導入される架橋点密度は、照射線量の増加に伴い増加することが、予測される。

以上の結果より、PVP パターン中に導入される架橋点密度 (架橋ネットワークの網目サイズ) が、溶液中での Au ナノ粒子の形成、及び固定化に寄与することが示唆された。

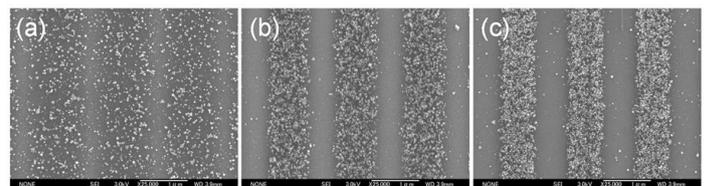


Fig. 1. SEM images of Au NPs on PVP patterns. The PVP patterns were fabricated by EB irradiation at dose of (a) 10, (b) 30, and (c) 50  $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ . Au NPs were formed by photoreduction in  $\text{HAuCl}_4$ -containing MeOH solutions for 30 min.

## 4. その他・特記事項 (Others)

物質・デバイス領域共同研究拠点 CORE ラボ共同研究「量子ビーム誘起による有機・無機ナノ構造形成機構の解明と応用」、研究代表者: 岡本 一将  
共同研究者: 山本 洋揮, 古澤 孝弘 (阪大産研)

## 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) S. Tsukuda, K. Okamoto, H. Yamamoto, T. Kozawa, and T. Omata, *Jpn. J. Appl. Phys.*, in press.
- (2) S. Tsukuda, K. Okamoto, H. Yamamoto, T. Kozawa, and T. Omata, 29<sup>th</sup> International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2016), 9<sup>th</sup>, Nov. 2016, Kyoto, Japan.

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。