

アノード溶解によるナノポーラスゴールド形成の電極サイズ依存性

Electrode size dependence of the characteristics of nanoporous gold formation by anodic dissolution

産総研, °池上 真志樹, 平野 悠, 三重 安弘, 小松 康雄

AIST, °Masiki Ikegami, Yu Hirano, Yasuhiro Mie, Yasuo Komatsu

E-mail: m.ikegami@aist.go.jp

【はじめに】 電極界面に形成されるナノポーラスゴールド (NPG) は、電極表面積を拡大すると共に、酸化還元酵素を固定化した電極の効率を高めるなど^[1]、電極を高性能化することが期待されている。NPG は金と銀などの合金から銀を脱成分腐食することにより広く形成されてきた。近年は、金属材料を特定の条件下においてアノード溶解すると NPG が形成されることが報告されている^[1-2]。このアノード溶解による NPG の形成は、金の溶解速度と固化速度のバランスの上に成り立ち、電極の形状によってもアノード溶解の条件が異なることが観察された。本発表では、NPG を形成するアノード溶解の条件について検討したので報告する。

【実験方法】 電極は、直径 $50\ \mu\text{m}$ の金線をガラス封止したマイクロ電極と、直径 $3\ \text{mm}$ のディスク電極を使用した。電極は、機械研磨及び電気化学的な洗浄(サイクリックボルタモグラム, CV, $0\sim 1.6\ \text{V}$, $50\ \text{mV/s}$, 10 サイクル, $0.5\ \text{M H}_2\text{SO}_4$)を行い、電極表面積は上記 CV の還元ピーク電荷量 ($386\ \mu\text{C/cm}^2$)を元に測定した。マイクロ電極は矩形波 (アノード溶解印加電圧: $1.200\sim 1.250\ \text{V}$, $0.28\ \text{V}$, $60\ \text{sec}$ /サイクル)にて、ディスク電極は定電圧にてアノード溶解を行った。

【結果と考察】 ディスク電極を $25\ \text{mM HCl}$ 電解液にてアノード溶解し形成した NPG を Fig. 1 に示す。印加電圧が $1.215\ \text{V}$ においてラフネスファクター (Rf) は最大となり、NPG 形成前の 13 倍となった(Fig. 2 青)。NPG が形成される印加電圧の半値幅は $3.5\ \text{mV}$ であった。また $35\ \text{mM HCl}$ の場合、 $1.229\ \text{V}$ において Rf は最大となり、半値幅は $4\ \text{mV}$ であった(Fig. 2 緑)。それに対しマイクロ電極は半値幅が $12.5\ \text{mV}$ と、ディスク電極に比べ 3.6 倍広いことが判った(Fig. 2 赤)。NPG は電極近傍の Cl^- , AuCl_2^- , AuCl_4^- の濃度が適切なバランスにあるときのみ形成されることが考えられる。平板ディスク電極とマイクロ電極の拡散形式は、それぞれ平行拡散と球状拡散であり、マイクロ電極の方が拡散速度は大きい。この拡散速度の違いが、電極の形状によるアノード溶解電圧の半値幅の差異の原因であると考察できる。

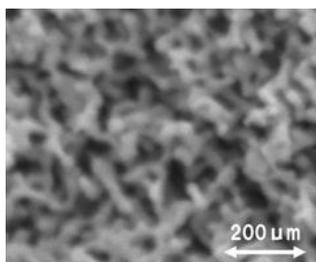


Fig. 1 FE-SEM image of NPG.

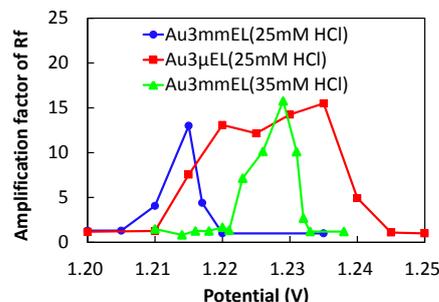


Fig. 2 Anodization voltage for fabrication of NPG.

[1] Y. Mie, M. Ikegami, Y. Komatsu, *Chem. Lett.*, **45** (2016) 640–642.

[2] M. Ikegami, Y. Hirano, Y. Mie, Y. Komatsu, *J Electroanal. Chem.*, **783** (2016) 188-191.