

高圧水素プラズマ誘起ナノポーラス化銀表面の光学特性評価

Characterization of optical property of high-pressure hydrogen plasma-induced nanoporous silver surface

阪大院工, 安東卓洋, 関戸拓郎, 垣内弘章, 安武潔, 大参宏昌

Osaka Univ., T. Ando, T. Sekido, H. Kakiuchi, K. Yasutake, H. Ohmi

E-mail: ando@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1. 緒 言

ナノポーラス (NPs) 金属は、触媒やバイオセンサーなどへの応用が期待される機能材料である。これまで、我々は、水素プラズマによる金属の化学加工に関する研究を行う中で、無毒廉価な水素ガスを主体とした高密度プラズマに金属を曝露することで、金属表面にナノサイズの微細孔が形成されナノポーラス化する現象を発見した[1]。本手法によれば、有毒な薬液や高温・真空環境を経ることなく、NPs 金属を形成することが可能となる。本研究では、水素プラズマによって形成される NPs 銀に光照射することで生成される局在表面プラズモンを、微量化学物質のセンサーに利用することを目的としている。今回は、プラズマ曝露により作製した種々の NPs 銀に対し、ラマン分光法を用いて微量試薬の検出特性などを評価し、ナノ孔性状との相関を調べたので、その結果を報告する。

2. 実験方法

試料は、純度 99.98%、300°C で 1 時間焼鈍した厚さ 200 μm 、2 cm 角の銀板を用いた。試料設置ステージは、循環冷媒ならびにヒーターによって冷却、加熱が可能である。プラズマは、外径 1 mm のパイプ型ニードル電極に、周波数 150 MHz の高周波を印可することで、電極基板間のギャップ (0.7 mm) に生成した。実験中は、パイプ電極から H_2 ガス流量 10 SLM で常時供給した。今回は、投入電力、エッチング時間、ステージ温度を変化させ、様々な性状の NPs 銀表面を形成した。得られた NPs 銀に対してローダミン 6G を滴下し、ラマン散乱分光法を用いて、そのラマン増強度を評価した。

3. 結果及び考察

図 1 はプラズマ処理前の銀基板と投入電力 100 W、ステージ温度 0°C の条件で、20 分間プラズマ処理した銀基板の表面 SEM 像である。図より、プラズマ処理することで孔径 100 nm 以下の細孔が多数形成されていることが確認できる。得られた無処理基板、ならびに NPs 銀基板に $5 \times 10^{-8} \text{M}$ のローダミン 6G を 10 μL 滴下し、取得したラマンスペクトルを図 2 に示す。図より、曝露後の銀基板では、無処理銀基板では見られないローダミン 6G に起因する明瞭なピークがスペクトルに見られ、プラズマナノポーラス化 Ag において、表面増強ラマン散乱効果が確認された。この結果は、プラズマ誘起 NPs 化銀表面が極微量化学物質の高感度検出に適用可能であることを期待させる。

4. 結 言

無毒廉価な水素を用いた、プラズマ誘起 NPs 化銀表面を用いて有意な表面増強ラマン散乱効果得られることが確認された。

当日は、ラマン増幅度とナノ孔性状の相関、ならびにラマン増強を生じさせる性状因子について議論する。

参考文献

[1] H. Ohmi et al., ACS Omega 4, 4360 (2019)

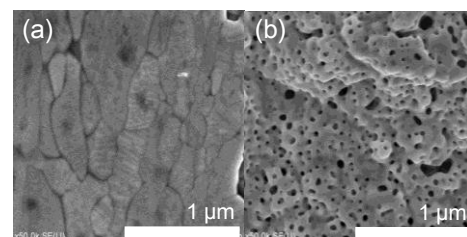


Fig1. SEM images before and after exposure to plasma. (a) before/ (b) after treatment

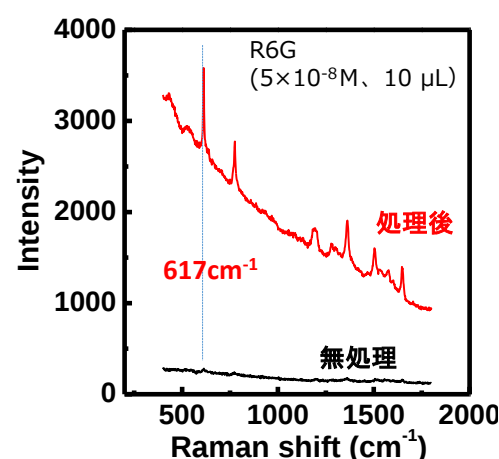


Fig2. Raman spectrum of R6G on substrate before and after plasma exposure