

中圧水素プラズマによるナノポーラス銀表面の創成

Creation of nanoporous silver surface by moderate-pressure hydrogen plasma

阪大院工, [○](M1)関戸拓郎, (M2)安東卓洋, 垣内弘章, 安武潔, 大参宏昌

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

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

1. 緒 言

我々は、これまで、高密度水素プラズマによる金属のドライエッチング法を提案し、毒性ガスを用いず、無毒廉価な水素のみで銅の高速エッチングを実現してきた[1]。この金属加工の研究を進める中で、エッチング後の銅表面に数十 nm スケールの微細孔が形成されることを見出した。ナノスケールの孔を多数有するナノポーラス化金属表面は、その表面積の大きさから触媒、さらにはバイオセンサーなど様々な用途への応用が期待されている。しかしながら、従来のナノポーラス化プロセスでは、環境負荷の大きな薬品や高温環境等が必要などの問題が有る。そこで、本研究では、表面増強ラマン散乱効果を用いた微量化学物質の識別センサーへの応用に向け、廉価無毒な水素からなるプラズマを用いて銀表面のナノポーラス化を試みた。今回は、ナノポーラス構造の制御手法の確立と形成メカニズムの解明のため、種々の加工条件下で得られるナノ孔の形成特性を調査し、そのメカニズムを考察したので報告する。

2. 実験方法

図 1 に実験装置の概略図を示す。試料は、厚さ 200 μm 、一辺 2 cm の銀板を用いた。プラズマ処理前に、残留応力等の緩和のため 300°C で 1 時間アニールした。試料ステージは、循環冷媒による冷却、ならびにヒーターによる加熱が可能である。電極は外径 1 mm のパイプ型ニードル電極を用い、電極を介してプロセスガスを流量 10 SLM で供給した。基板と電極間のギャップは 0.7 mm とし、150 MHz の高周波電源を用いてプラズマを生成した。今回は、電力等の加工条件を変化させ、形成されるナノ孔の表面、断面形態を、SEM 及び TEM により評価した。

3. 結果及び考察

投入電力が、水素プラズマ曝露後の表面形態に及ぼす影響を調査した。図 2 にプラズマ曝露後の試料の表面 SEM 像を示す。図より、120 W でプラズマ曝露を行った試料は 30 W のものに比べ、平均孔径の粗大化が見られた。また、表面粗さも高電力化に伴い大きくなっていることがわかる。このことから、ナノ孔の形成には、プラズマ中で生成される原子状水素密度、さらにはプラズマ加熱による試料温度の上昇が大きな影響を及ぼすことが示唆される。

4. 結 言

無毒廉価な水素のみからなる中圧プラズマを用いて、ナノポーラス銀の形成に成功した。また、プラズマ曝露時の投入電力は、表面粗さ、孔径、および孔密度に影響を与え、孔の形態を制御する上で重要なパラメータであることが分かった。

参考文献

[1] H. Ohmi, et al., Appl. Phys. Lett. **109**, 211603 (2016)

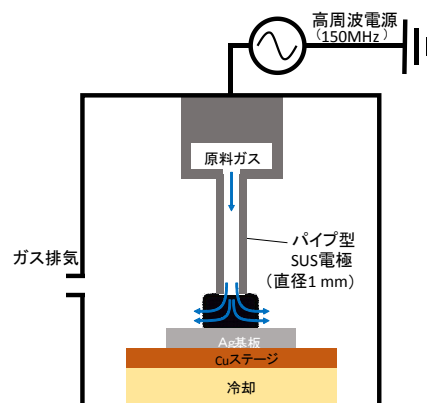


Fig. 1 Schematic illustration of plasma exposure apparatus.

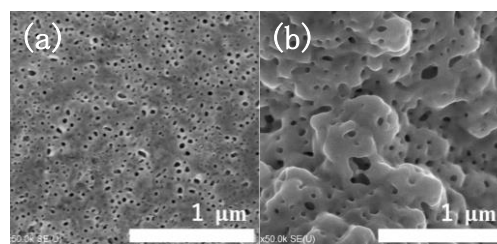


Fig. 2 SEM images of Ag substrate exposed by high pressure H₂ plasma. (a)30 W, (b)120W