局在水素プラズマによるナノポーラス銀表面形成における希ガス希釈の影響

Effect of noble gas dilution on the creation of nanoporous silver surface by localized hydrogen plasma

阪大院工, ○(M2)関戸拓郎, 安東卓洋, 垣内弘章, 大参宏昌

Osaka Univ., ○T. Sekido, T. Ando, H. Kakiuchi, 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[1]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、銀表面においても同様にナノポーラス構造が得られることを報告してきた[2]。この様な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おり、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によってナノポーラス化された銀表面において、微量試薬の検出に成功している[3]。今回は、ナノポーラス化機構の支配因子について検討を進めるため、H_2 ガスを希ガスで希釈することで、その水素濃度を変化させた際に得られるナノポーラス構造の形成特性を調査したので報告する。

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 の銀板を用いた。試料ステージは冷却、ならびに加熱が可能である。電極は外径 1 mm のパイプ型ニードル電極を用い、電極を介して水素と希ガスの混合ガスを合計流量 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 100 Torr の雰囲気でプラズマを生成した。

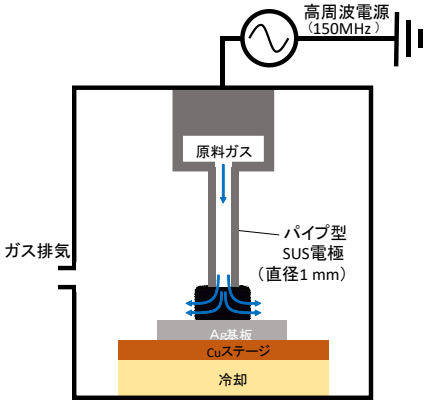

Fig. 1 Schematic illustration of plasma exposure apparatus.

3. 結果及び考察

希ガスとしてヘリウムを選択し各水素濃度で生成したプラズマ曝露後の表面形態を**図 2** に示す。図より、水素濃度が減少するのに伴い、ナノサイズの微細孔とは異なる表面へのナノ構造体の形成が顕著になることが分かる。とりわけ H_2:He=20:80 でプラズマ曝露を行った試料は、ナノ細孔のみが確認できる $H_2$100%と異なり、ナノ細孔が存在する表面上に繊維状ナノ構造の形成が見られた。このナノ細孔とは異なる構造体は、金属内でのヘリウムバブル形成によるものであることが示唆され、ナノ細孔の形成は、水素特有のものであることが示唆される。

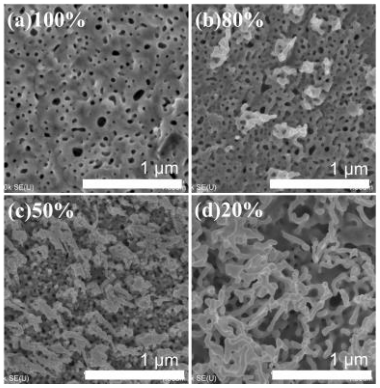

Fig. 2 SEM images of Ag substrate exposed by high pressure H_2+He plasma. (a)H_2 100%, (b)80%, (c)50%, (d)20%

4. 結　　言

ヘリウム希釈したプラズマ曝露では、銀表面に繊維状ナノ構造とナノ細孔のハイブリット構造が形成されることが明らかとなった。

参考文献

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

[2] 関戸他、2021 年　第 68 回応用物理学会春季学術講演会　18a-Z17-8.

[3] 安東他、2021 年度　精密工学会春季大会学術講演会　F0206.

© 2021年 応用物理学会