

中圧域の He 希釈水素プラズマによる銀ナノファズ形成機構の検討

Study on Ag nanofuzz formation mechanism

by intermediate-pressure helium diluted hydrogen plasma

阪大院工, °安田怜央, 中村航己, 垣内弘章, 大参宏昌

Osaka Univ., °Reo Yasuda, Koki Nakamura, Hiroaki Kakiuchi, Hiromasa Ohmi

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

1. 緒 言

金属表面に形成される繊維状ナノ構造(ナノファズ)は、表面積拡大、表面エネルギーの増大、表面プラズモン励起等、ナノ構造金属特有の特性が出現するため、触媒やスーパーキャパシタ電極、化学センサーなど様々な応用が期待されている。我々は、圧力 100 Torr 近傍で生成される狭ギャップ高密度水素プラズマに He 添加することで、貴金属 Ag 表面に繊維直径が数十 nm 以下のナノファズが形成されることを報告している[1]。本手法は、ランダムな 3 次元ナノ構造を簡便に形成できるため、表面ナノ構造形成手法として確立できれば魅力的である。そこで今回は、中圧域で生成されるプラズマにより Ag ナノファズが形成される機構を理解するため、基板バイアス等の処理パラメータが、ナノ構造形成挙動に与える影響を調査した。得られた結果と考察した形成機構を報告する。

2. 実験方法

Ag 基板には、純度 99.98%、厚さ 200 μm 、一辺 2 cm の Ag 板を用いた。試料台は、循環水による冷却、およびヒーターによる加熱が可能である。プラズマは、100 Torr の雰囲気下で、外径 1 mm のパイプ型電極に周波数 150 MHz の高周波を印加することで電極基板間のギャップ(0.7 mm)に生成した。プラズマ曝露中、パイプ型電極を介して He : H₂ = 9 : 1 の混合ガスを総流量 10 SLM で供給した。今回は、プラズマ中のイオンの影響を調べるため、基板に印加するバイアスや投入電力を変化させ処理を行った。各条件で形成された Ag 基板の表面、断面形態を、走査型電子顕微鏡(SEM)、および透過型電子顕微鏡により観察した。

3. 結果および考察

図 1(a)、1(b)は、投入電力 30 W にて、それぞれ基板バイアスを -50 V、50 V 印加して処理を行った際の Ag 基板表面の SEM 像である。図より、印加電圧 -50 V ではナノファズが確認されるが、50 V ではナノファズは確認されず、多数の微細な孔 (ナノポア) のみが確認できる。図 2 は、基板バイアスを印加した際に観測される電流を示すが、-50 V では電流値がマイナスを示し、イオン電流が支配的となり、50 V では電流値がプラスとなり、電子電流が支配的となることが分かった。以上の結果から、ナノファズ形成には中圧域のプラズマにおいても、He イオンの入射が重要であることが示唆された。

4. 結 言

中圧域の He 混合水素プラズマを用いた Ag ナノファズの形成において、本プロセス圧領域においても He イオンの入射が必要であることが分かった。他の処理パラメータの影響は当日報告する。

参考文献

[1] 関戸他、2021 年度 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 12p-N102-1

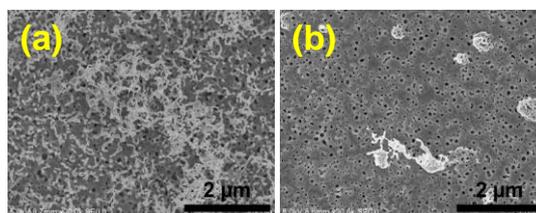


Fig1. SEM images after plasma treatment. (a) -50 V, 30 W, (b) 50 V, 30 W

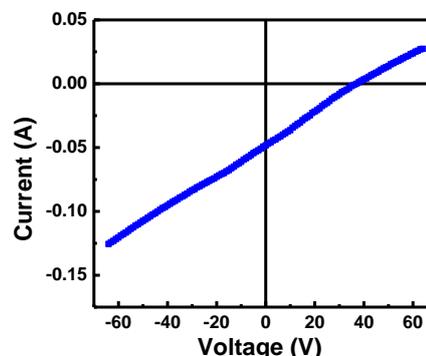


Fig2. Substrate current as a function of substrate bias during plasma exposure at 30 W.