01aP05

準大気圧下における高繰り返しパルスプラズマを用いた材料表面 ナノ構造形成と DLC 成膜

Preparation of DLC film and nanostructure formation on material surface using high-repetition pulsed plasmas at sub-atmospheric pressure

菊池 祐介, 小倉 匡貴, 大坪 陽¹, 西村 芳美¹, 永田 正義, 八東 充保 KIKUCHI Yusuke, OGURA Masataka, OTSUBO Akira¹, NISHIMURA Yoshimi¹, NAGATA Masayoshi, YATSUZUKA Mitsuyasu

兵庫県立大学 大学院 工学研究科, (株) 栗田製作所¹ Graduate School of Engineering, University of Hyogo, Kurita Seisakusho Co. Ltd.¹

<u>1. 背景・目的</u>

近年、大気圧プラズマを用いた基礎・応用研究 が盛んに行われている。低ガス圧プラズマにて行 われてきた各種プラズマ材料表面改質を大気 圧・準大気圧プラズマにて実現できれば,新たな 産業応用展開が期待できる。我々は高繰り返しパ ルス電源を用いて準大気圧プラズマを生成し、ダ イヤモンドライクカーボン (Diamond-like carbon: DLC) 成膜を行ってきた[1]。一方, 近年の核融合 研究において、ヘリウム(He) プラズマ照射され たタングステン表面にナノ繊維構造が形成され ることが明らかにされた[2]。ナノ繊維構造は高い 放射率を有する等の優れた特性があり, 触媒等へ の応用が期待されている[3]。DLCおよびナノ繊維 構造形成には基板へ入射されるイオンエネルギ ーと基板温度が重要となる共通点がある。本研究 では、SiC-MOSFETを用いた高繰り返しナノ秒パ ルス電源を用いて準大気圧プラズマを生成し、高 速DLC成膜、ナノ繊維金属形成実験を実施した。

2. 実験装置

実験では平行平板電極(ギャップ長30 mm)を 真空容器内に設置し、ロータリーポンプにて排気 した後にHeガスを流量5 L/minで導入した。プラズ マ生成電源に高繰り返しナノ秒パルス電源を用 いた。本電源はSiC-MOSFETを用いており、高速 スイッチングが可能となっている。定格出力電圧、 電流はそれぞれ4 kV, 4 Aの両極性出力である。 パルス幅は200 ns程度から1.5 µsで可変であり、最 大繰り返し周波数は200 kHzである。なお、DLC 成膜を実施する際には、Heに加えて、メタンを流 量0.8 L/minで供給した。

3. 実験結果

図1に準大気圧Heプラズマを照射したニッケル (Ni) 試料(ニラコ製, 20 mm × 20 mm × 1 mm) 表面を電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)に て観察した結果を示す。まず, FE-SEM付設のエ



図 1 準大気圧 He プラズマ照射 Ni 試料の表面 観察結果(上:ガス圧力 9.4 kPa,下: 17 kPa)

ネルギー分散型X線分析から,表面微細構造はNi であることが分かった。また,表面微細構造は100 nm以下の細かい樹枝状の構造を持っている場合 (図1上)や20 nm程度の粒状の構造が発生する場 合(図1下)があり,文献[3]の銅の場合と似た構 造となった。ガス圧力や基板温度に対する依存性 について現在調査している。講演では,高繰り返 しナノ秒パルスプラズマの特性や硬度12 GPaを 有する高硬度DLC成膜結果についても報告する。 本研究の一部は川西記念新明和教育財団研究

本研究の一部は川西記念初切和教育対団研究 助成金(平成27年度)の支援を受けた。

文献:

- [1] Y. Kikuchi et al., Vacuum (2016), accepted.
- [2] S. Takamura *et al.*, Plasma Fusion Res Vol. 1, 051 (2006).
- [3] I. Tanyeli *et al.*, Scientific Reports Vol. 5, 9779 (2015).