

Generation of a high-repetition nanosecond pulsed nitrogen glow discharge and its application to surface modifications of materials

菊池 祐介¹, 前川 拓也¹, 平野 涼¹, 井岡 克也¹, 西村 芳実², 八束 充保¹

KIKUCHI Yusuke¹, MAEGAWA Takuya¹, HIRANO Ryo¹, IOKA Katsuya¹,

NISHIMURA Yoshimi², YATSUZUKA Mitsuyasu¹

¹兵庫県立大, ² (株) 栗田製作所

¹ Univ. of Hyogo, ² Kurita Seisakusho Co. Ltd.

1. はじめに

大気圧・準大気圧下におけるナノ秒パルス電源を用いた非平衡プラズマ生成に関する研究が行われている。我々はこれまでに、近年開発されたSiC-MOSFETインバータ電源を用いて、繰り返し周波数600 kHz、ガス圧力10 kPaのヘリウムパルスグロー放電の特性を評価した[1]。高繰り返しにすることで、パルス電圧オフ後のアフターグローが消滅する前に次のパルス電圧が印加される。陰極からの2次電子放出がプラズマ生成に重要な役割を果たすと考えられる。このプラズマ源をダイヤモンドライクカーボン (DLC) 成膜実験に適用し、従来の5~10倍の高速成膜 (0.1 $\mu\text{m}/\text{min}$) を実現した[2]。

本研究では高繰り返し窒素グロー放電生成を行い、発光分光計測を用いて特性評価を実施した。それらの結果を主に報告する。

2. 実験方法・結果

真空中容器内に平行平板電極 (直径: 50 mm, ギャップ長: 30 mm) を設置し、放電電極とした。窒素 (N_2) ガスを流量3 L/minで導入し、ガス圧力を0.5 kPaとした。電極間に周波数20 kHz~600 kHzの負極性パルス電圧 (パルス幅: 200 ns) を印加し、パルスグロー放電を生成した。

図1に陰極近傍 ($z = 0$ mm) における発光スペクトルを示す。 N_2 の第二正帯 (SPS), 第一正帯 (FPS), N_2^+ の第一負帯 (FNS) とともに822 nm近傍 (図1中挿図) にN原子スペクトル (NI) が観測された。また, N_2 SPS (2, 5)と N_2^+ FNS (0, 0)の発光強度比 $R_{391/394}$ の電極間における空間分布を図2に示す。 N_2^+ FNS (0, 0)の励起エネルギーは N_2 SPS (2, 5)より高いため、陰極近傍では高エネルギー電子が多く存在すると考えられる。講演では、金属材料に窒素グロー放電プラズマ照射を行った結果等についても発表する予定である。

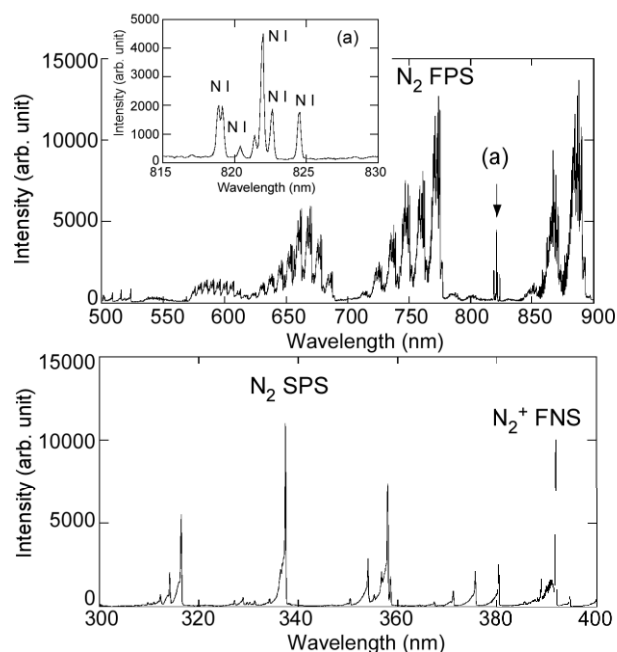


図1 窒素グロー放電発光スペクトル (繰り返し周波数: 600 kHz, ガス圧力: 0.5 kPa)

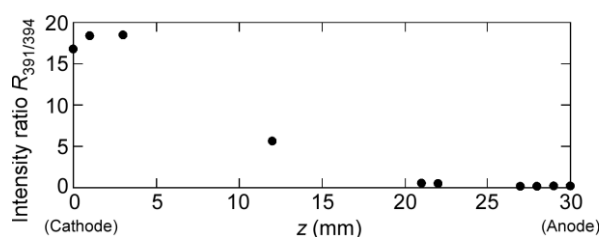


図2 (a) N_2^+ FNS (0, 0)と N_2 SPS (2, 5)の強度比の空間分布

参考文献

- [1] Y. Kikuchi, et al., Plasma Sources Science and Technology, Vol. 27, 05LT01 (2018).
- [2] Y. Kikuchi, et al., Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 56, 100306 (2017).