

大気圧直流駆動プラズマにおける自己組織化パターン形成に対する負イオンの影響

Effect of negative ions on self-organized pattern formation  
in atmospheric-pressure DC glow discharge

北大工 〇(M1)宮崎 俊明, 白井 直機, 佐々木 浩一

Hokkaido Univ., 〇T. Miyazaki, N. Shirai and K. Sasaki

E-mail: shun\_me77@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】

直流グロー放電のある条件下では、液体および金属を陽極に用いた両方の場合において、陽極表面上に自己組織化した発光パターンが形成されることが報告されているが[1, 2]、そのメカニズムは分かっていない。その理解のためには、パターン形成に伴うプラズマ特性の変化の把握が重要である。数理科学の分野では、「反応拡散系」と呼ばれる2変数連立偏微分方程式を用いて自己組織化パターン形成が調べられており[3]、そこでは濃度が増減する2つの物質が必要となる。我々は、プラズマにおけるパターン形成には、電子の付着・脱離にともなう負イオン密度と電子密度の増減が重要だと予想した。本講演では、パターン形成時の支配的な負イオン種を調べるためにレーザー光脱離法を用いた測定の結果を報告し[4]、パターン形成との関係性を考察する。

【実験方法】

図1に実験装置の概略を示す。電極構造は文献[1]と同様にして、直流放電を発生させた。また、周辺ガス雰囲気制御のためにヘリウム流の周囲にシースガス(N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>)を流した。負イオン計測の手法は文献[4]と同様である。放電部に対してレーザー光(パルス幅 8ns)を入射すると、 $X^- + h\nu \rightarrow X + e^-$ の光脱離反応により放電電流が一時的に増加する。図1の100Ω終端抵抗を流れるパルス電流を電圧信号としてオシロスコープで計測し、その振幅を読み取った。

【実験結果】

陽極に液体を用いた場合に生成が増加すると予想されるOH<sup>-</sup>に関して、光脱離のしきい値(波長 675nm)の前後でレーザー波長を掃引し、光脱離信号 $I_{pd}$ をプロットした結果を図2に示す。この実験条件において液体陽極上に自己組織化した発光パターンが形成されている。しきい値より短波長側ではOH<sup>-</sup>以外の負イオン種(O<sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>, H<sup>-</sup>)も光脱離しており[4]、しきい値より長波長側ではOH<sup>-</sup>以外の負イオン種のみが光脱離している。しきい値の前後で信号は約

30%低下していたため、この条件においてはOH<sup>-</sup>が負イオン種全体のうち約30%を占めることが分かり、パターン形成時における支配的な負イオン種の1つであると予想された。講演では金属電極の場合の負イオン量を計測し、液体電極の場合との比較についても述べる。

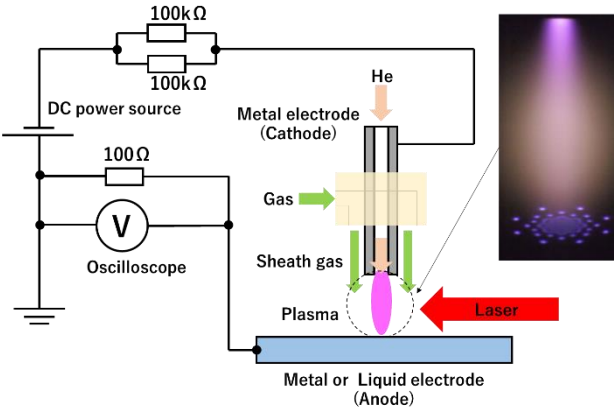


図1 実験装置概略図および陽極表面に形成された発光パターン

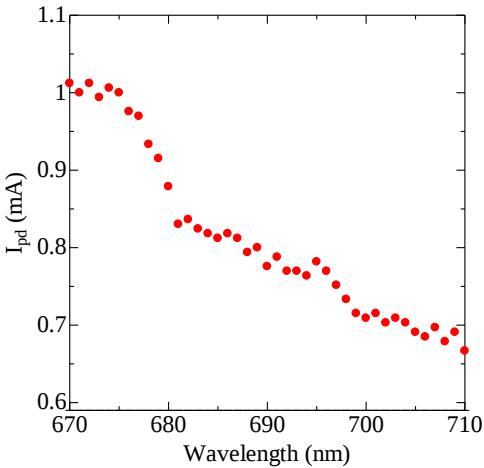


図2 レーザー光が入射した際に放電電流に生じるパルス波形の振幅の波長依存性

文献

[1] N. Shirai et al: Plasma Sources Sci. Technol. 23, 054010 (2014).  
[2] N. Shirai et al: IEEE Trans. Plasma Sci, 39, 2652, (2011).  
[3] P. Rumbach et al: Plasma Sources Sci. Technol. 28, 105014 (2019).  
[4] K. Sasaki et al: Plasma Sources Sci. Technol. 29, 085012 (2020)