

高速度カメラによるグライディングアーク放電のプラズマ挙動計測

Measurement of plasma behaviors by high speed camera in gliding arc discharge

川崎仁晴¹、大島多美子¹、柳生義人¹、猪原武士¹、山内真紀子¹、須田義昭¹、光木文秋²、青木振一³
H. Kawasaki, T. Ohshima, Y. Yagyū, T. Ihara, M. Yamauchi, Y. Suda, F. Mitsugi, S. Aoqui

佐世保工業高等専門学校¹、熊本大学²、崇城大学³
Nat'l Ins. Tech. Sasebo College¹, Kumamoto Univ.², Sojo Univ.³

1. はじめに

大気圧放電は、以前からゴミ焼結などで利用されていたが、近年は、医学、農学、環境改善など多くの分野で注目されている。この分野で現在主流である、マイクロプラズマや誘電体バリア放電プラズマは、放電領域が小さいため、大量の物質の処理には利用が制限されたり、投入電力が大きいため、エネルギーコスト上に問題がある等の課題が残る。我々は以前からグライディングアーク(GA)放電に注目した新しい放電処理に関する研究を行ってきた。GA放電は大気圧下で容易に放電可能であり、かつICPに比較して数分の1程度の電力で大きな放電体積を実現できる。GA放電は熱非平衡、非定常な現象であり、かつ高速で複雑であるためその放電挙動が十分には研究されていなかった。一方、近年のめざましい光学計測装置の発展により、超高速のハイスピードカメラが開発されている。今回はこの高速度カメラを用いたプラズマの観測を行い、放電路の変化について調べたのでその特徴を報告する。

2. 実験方法

単相GAの実験装置を図1に示す。電極は純鉄を用い、高電圧トランスで昇圧した。電極下部からAr、O₂、CO₂、N₂の作動ガスを5~50 L/minで流し、電極間にプラズマを発生させた。放電電圧はおおよそ10~20kVppである。放電の観測にはハイスピードカメラ(ファントム製:V1210)を用いた。

3. 実験結果

Arガスを50 L/minで流した場合の放電画像を図1に示す。連続した4コマであり画像のフレーム速度は2000fpsである。写真から分るように、極めて複雑にキンクした放電路が形成され、かつ度々電流路の再構成が起こっていることが分った。放電路の移動速度は、おおよそ数100m/sであり、下部からのガス流速にほぼ等しいことがわかった。また、図1(c)(d)からもわかるように放電終了前後に、放電路近くでプラズマとは異なる散乱のようなものが見えることがわかる。これは、毎放電に起こるものであり、放電路に沿って、異なる形で観測されている。(d)のように放電が次の周期(下部の新しい放電)に移っていても、放電路の形状で残っているため、何らかの微粒子が放電路に存在しており、それが残存しているのではないかと考えられる。なおここには示していないが、放電電流電圧特性を調べた結果、電流波形の周波数成分は60Hz~数MHzに渡り、非常に高い周波数成分も存在することがわかっている。これは、高速度カメラの結果とも一致しており、プラズマは高速の間欠ではなく、ほぼ連続して維持されていると考えられる。

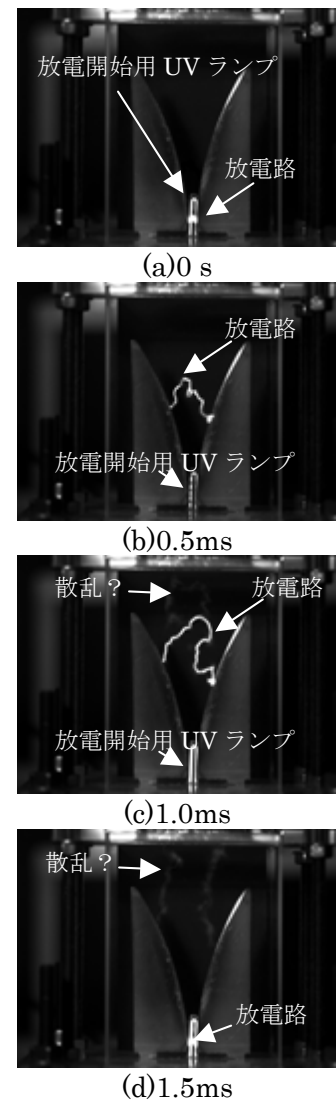


図1 高速度カメラで計測したグライディングアーク放電の放電路の推移