

大型化した大気圧誘電体バリア放電におけるプラズマ弾丸の伝搬

Propagation of plasma bullet in large-scale atmospheric-pressure dielectric barrier discharge

北大工¹ ○(M1)曾我 悠太¹, 白井 直機¹, 佐々木 浩一¹

Hokkaido Univ.¹, ○Yuta Soga¹, Naoki Shirai¹ and Koichi Sasaki¹

E-mail: yuta0316810@eis.hokudai.ac.jp

【本研究の背景および目的】 大気圧プラズマは、医療・農業、水処理等のプラズマ応用に向けて広く研究されている。しかし、応用の範囲を広げるためには、大気圧プラズマの大容量化が望まれる。これまで、直径 2.7cm、長さ 20cm の試験管内にヘリウムガス流を吹き込んで、管の外側に設置した電極に高電圧を印加した際に、He の流量が大きいほど大気圧グロー状の放電が得られることを明らかにした[1]。この生成方式は、これまでに数多く研究されてきた大気圧 LF プラズマジェット[2]を大型化した構造とみることもできる。本研究では、大型化された誘電体バリア放電においても大気圧 LF ジェットで観測されたのと同様のプラズマ弾丸が伝播しているかについて調べた。

【実験方法】 実験装置は、図 1 のように、試験管（直径 2.7 cm、長さ 20 cm）の口を鉛直下向き設置し、ガスチューブから試験管内に He を流入する構造とした。この構造では、He 流とともに大気が試験管内にわずかに入り込む。試験管の外側に 2 枚の銅テープを間隔 2.0cm で巻き、上側電極に交流高電圧を印加し、下側電極は接地電位とした。電源はファンクションジェネレーターの出力を増幅した正弦波高電圧（周波数:3kHz、 V_{p-p} :10kV）とした。マスフローコントローラーにより流量を制御しながら He ガスを供給した。生成された放電の発光像をデジタルカメラで撮影した。また、電極間に流れる電流を測定し、ICCD カメラにより放電発光像の過渡変化を撮影した。

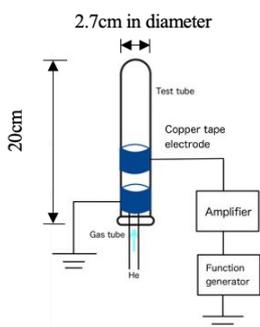


図 1. 実験装置の概略図

【実験結果および考察】 He を 2000ccm の流量で供給することで安定したプラズマ弾丸を生成することができた。図 2 はデジタルカメラにより撮影した放電発光像であり、図 3 は電極間に流れる電流の波形である。図 4 は、図 3 の電流波形の緑色でハッチした部分の発光像の時間変化を ICCD カメラのゲート幅を 5ns として撮影した結果である。図 4 より、従来の小型 LF プラズマジェットと同様に、弾状のプラズマが伝播することにより上部電極より上側に放電が形成されていることがわかる。発光の伝播速度は約 5.5km/s であった。これは従来の小型 LF プラズマジェットで観察される伝播速度と同程度の速度であるが、大型化した誘電体バリア放電の場合には発光部は主としてガラス管壁面に沿って伝播している。また、ヘリウム流量を 4000ccm や 1000ccm にした時にはプラズマ弾丸部の発光強度が低下したことから、発光強度の大きなプラズマ弾丸が伝播するためには大気成分の適度な混入が必要であることが示唆された。

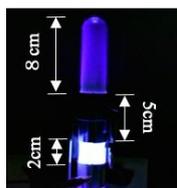


図 2. デジタルカメラ

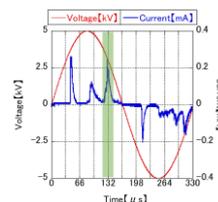


図 3. 電極間に流れる電流

で撮影した放電の発光像

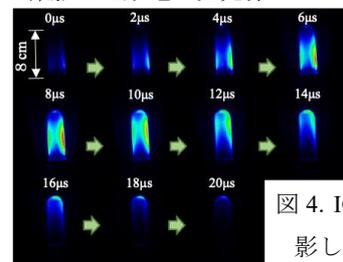


図 4. ICCD カメラにより撮影した放電の発光像

[1] 曾我ら、2022 応物秋季講演会

[2] M.Teschke et al., IEEE Plasma Trans.Sci. 2005 33 310