

流動型液体電極を有する大気圧プラズマの特性評価と 金属電極放電との比較

Investigation of atmospheric pressure plasma with flowing liquid electrode and metal electrode

○白井 直機(北大, 首都大)、占部 継一郎(東大)、富田 健太郎(九大)、
秋山 毅志(核融合研)、村上 朝之(成蹊大)

°N. Shirai, K. Urabe, K. Tomita, T. Akiyama, T. Murakami

E-mail: nshirai@qe.eng.hokudai.ac.jp

はじめに

液体の介在した大気圧プラズマは、水処理技術や材料合成、医療、農業まで様々な分野での利用が期待されており、著者はこれまで液体を電極とした大気圧直流グロー放電についての諸特性を調査してきた[1,2]。この液体電極放電は応用技術を中心に多くの研究が報告されているが、プラズマ診断の研究例は金属電極放電と比較すると少ない状況にある。本研究では液体電極放電をレーザー計測によりプラズマ診断することを目的として[3,4]、流動型の液体電極を有する放電装置を開発しその特性を調査した。また、液体電極がプラズマパラメータに及ぼす影響を明らかにするため、比較対象となる同構造の金属電極放電でも同様の計測を行い、液体の有無による特性の違いを検討した。

実験装置

実験装置を図1に示す。金属ノズル電極と液体電極間に放電を形成する基本的な液体電極放電の構造は従来の装置と同様であるが[1]、外径 6.35 mm のチューブを通して循環する流動型の液体電極としている。この方法により長時間動作でも水面の低下がなく、また水面が球面であるためレーザー光を気液界面付近に簡便に照射可能である。ノズル電極からのヘリウムの流量は 200 sccm とし、放電周囲の空気の影響を避けるためにヘリウム流の周囲にシースフローガスとして窒素を流している。電圧は直流電源を半導体スイッチで変調して周波数 100 Hz、デューティ比 10% (ON 時間 1 ms) の負極性パルス電圧とし、ON 時間の放電電流が 100-200 mA となるように制限抵抗で調整している。

実験結果

図2に液体電極放電と金属電極放電の高速度ビデオカメラによって撮影された放電進展過程写真を示す。このとき放電電流は 150 mA で、撮影速度は 50000 fps である。金属電極の場合には陽極表面の発光が定期的に観測されるのに対し、液体電極の場合には時間の経過とともに陽極表面付近の発光強度が減衰している。これまで液体を陰極とした放電では水面の加熱による蒸発や液滴発生が顕著にみられていたが[1]、液体を陽極とした際にも水の蒸発等の影響があることがわかる。詳細は文献[4]に示すが、液体電極放電と金属電極放電の比較を複数のレーザー分光法を用いて計測したところ、放電開始から 600 μ s 後の電子密度は液体電極の方が金属電極の場合よりそれぞれ 20-35%程度低くなり、ヘリウム準安定原子密度の過渡変化は液体の場合

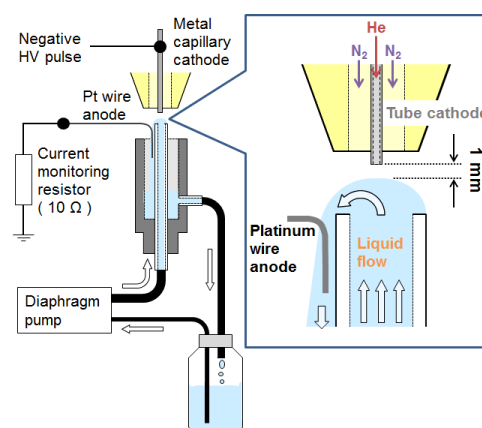


図1. 流動型液体電極放電実験装置

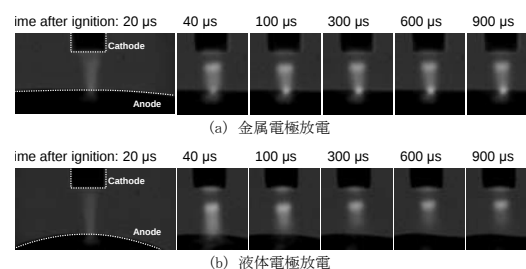


図2. 液体電極放電と金属電極放電の時間進展写真

のみ時間経過とともに減衰する。この結果は図2の液体電極の場合のみ放電進展とともに発光が減衰する観測結果を裏付けるものであり、液体と接するプラズマにおいて液体電極の存在が電子密度等の各種パラメータに大きな影響を及ぼすことが確認された。

文献

- [1] N. Shirai, K. Ichinose, S. Uchida, and F. Tochikubo, Plasma Source Sci. Technol., **20** (2011) 034013.
- [2] N. Shirai, S. Uchida, and F. Tochikubo, Jpn J. Appl. Phys. **53** (2014) 046202.
- [3] K. Tomita, K. Urabe, N. Shirai, Y. Sato, S. Hassaballa, N. Bolouki, M. Yoneda, T. Shimizu, and K. Uchino, Jpn J. Appl. Phys. **55** (2016) 066101.
- [4] K. Urabe, N. Shirai, K. Tomita, T. Akiyama, and T. Murakami, Plasma Sources Sci. Technol., **25** (2016) 045004.