

大気圧プラズマにより誘起された液中短寿命化学種の時間進展

Temporal developments of short-lived radicals in liquids

induced by atmospheric-pressure plasmas

北大工¹ ○松田 浩¹, 白井 直機¹, 佐々木 浩一¹

Hokkaido Univ.¹, Yutaka Matsuda¹, Naoki Shirai¹, and Koichi Sasaki¹

E-mail: y-matsuda@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

【はじめに】

プラズマにより液体中に誘起される化学種の検出・計測は重要な課題である。我々は、これまでに、ルミノール溶液へのプラズマ照射の実験において、液相に誘起される O₂ などの短寿命ラジカルの可視化に成功した[1]。本研究では、液相における短寿命ラジカルが気相におけるプラズマの生成にどのように応答するかに関する知見を得るため、ルミノールの化学発光強度の時間変化を調べた。

【実験装置】

Fig. 1 に示すように、ヘリウムガスを内径 0.5 mm の金属製ノズルから射出し、ノズルと液体電極の間に高電圧を印加して大気圧プラズマを生成した。液体電極にはルミノールを溶解させたアルカリ性溶液を用いた。直流電圧を半導体スイッチを用いて変調し、duty 比 50%、周波数 500 Hz の直流パルス電圧を印加した。液体が陰極および陽極の場合について実験を行い、液体が陽極の場合には電流を 10-30 mA とし、液体が陰極の場合には 40-80 mA とした。ルミノールの化学発光(425 nm)および気相部における窒素分子 2nd positive system の発光(337nm)を分光器を介して光電子増倍管で検出し、マルチチャンネルスケラーを用いた光子計数法によりその強度の時間変化を測定した。測定的时间分解能は約 1 μs とした。

【実験結果】

液体を陰極とした場合の放電電圧および放電電流の時間変化を Fig. 2(a)に示し、そのときのルミノールの化学発光強度および窒素分子の発光強度の時間変化を Fig. 2(b)に示す。ルミノールの化学発光は、プラズマの発光が消失した数 10 μs 以降において指数関数的に減衰することが観測された。ルミノールの化学発光の放射寿命は 4 μs と報告されており[2]、今回の結果の時間スケールと比較して十分に短い。したがって、プラズマ消失後のルミノール化学発光強度の時間変化は、液相でルミノールと反応する短寿命化学種密度の時間変化を表している

可能性がある。

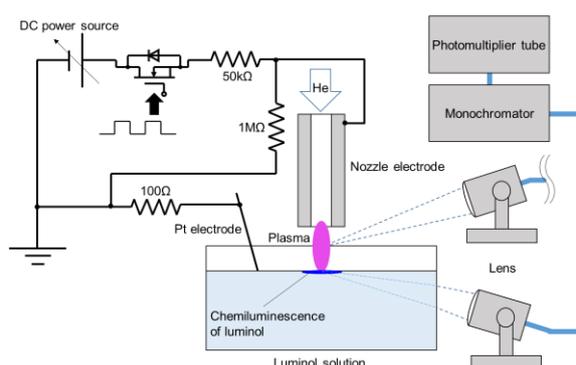


Fig. 1. Experimental setup

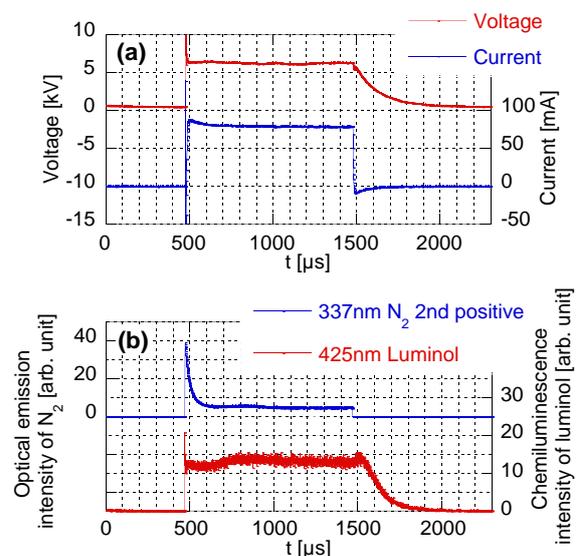


Fig. 2. Temporal variations of (a) voltage and current and (b) optical emission intensity of N₂ and luminol chemiluminescence.

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(A) (No. 16H02121), (C) (No. 18K03596) により実施された。

【参考文献】

- [1] N. Shirai et al., Appl. Phys. Express **11** 026201 (2018)
 [2] G. Merenyi' et al., J. Biolumin Chemilumin **5** 53 (1990)