

テイラーコーン先端の先鋭化に伴う液滴放出とコロナ放電電流の関係

Relationship between droplet emission and corona discharge current with sharpened tip of Taylor cone

首都大院 システムデザイン [○]長尾圭祐, 中川雄介, 内田諭, 朽久保文嘉

Tokyo Metropolitan Univ. [○]Keisuke Nagao, Yusuke Nakagawa, Satoshi Uchida,
and Fumiyoshi Tochikubo

E-mail: nagao-keisuke@ed.tmu.ac.jp

1. はじめに

近年、プラズマと液体の界面での反応を利用した材料プロセス、医療などへの応用が注目を集めている。プラズマにより誘起される液相反応は、主にプラズマ-液体界面で起こる。液体をミスト化することによって、プラズマと液体との間の接触面積が増大し、より効率的かつ制御性の高い反応場を形成することが期待される。本研究では、帯電ミストを生成するためにテイラーコーン[1]によるエレクトロスプレー法を使用した。

これまでに印加電圧、溶液の表面張力および導電率を変化させた際にテイラーコーン先端で発生する負のコロナ放電の挙動は観察されている[2]。しかしながら、テイラーコーンによるエレクトロスプレーの挙動と放電との関係は明らかではない。本研究では、テイラーコーンの特性と放電電流に及ぼす印加電圧の影響を調べることで、液滴の放出と放電電流の関係を調べた。

2. 実験方法

実験装置を Fig.1 に示す。電極には内径 0.5 mm、外径 0.8 mm のステンレス製ノズルと直径 80 mm のアルミ製平板を用い、電極間距離は 1 cm に固定した。試液として、表面張力と導電率の調整のためにドデシル硫酸ナトリウム(SDS)を蒸留水に 1 wt% 混合した溶液を使用した。ノズルに U 字管を接続して SDS 溶液を供給した。141 k Ω の電流制限抵抗を介して電極間に DC 電圧を印加した。テイラーコーンおよび液滴放出の観察には、高速カメラ (Photron : Mini AX200) を使用した。放電電流は 1 k Ω の抵抗両端の電圧から測定した。

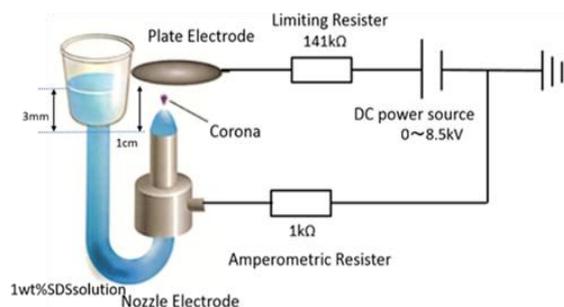


Fig. 1 Experimental arrangement with cathodic nozzle

3. 結果と考察

Fig.2 に高速カメラにより観測した印加電圧 5.5 kV のときのテイラーコーン先端の振動を示す。コーン先端が先鋭になると同時に液滴の放出が確認され、コーン先端の振動周期は数 10 μ s オーダー程度であった。コロナ放電による放電電流パルス群も 10 μ s オーダー程度の周期で出現しており、放電電流とコーンの振動を同期させ観測したところ液滴の放出と同時にパルス群の先頭パルスが生じていた。したがってテイラーコーン先端の先鋭化に伴い、電界強度が増大して放電が開始していると考えられる。Fig.2 において放出された液滴の大きさは直径 4 μ m であり約 1.4 m/s の速度で放出されていると推定された。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18H01207 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1]G. I. Taylor, Proc. R. Soc. A 280, 383–397(1964)
[2]N. Shirai, R. Sekine, S. Uchida and F. Tochikubo, Jpn J. Appl. Phys. 53, 026001 (2014)

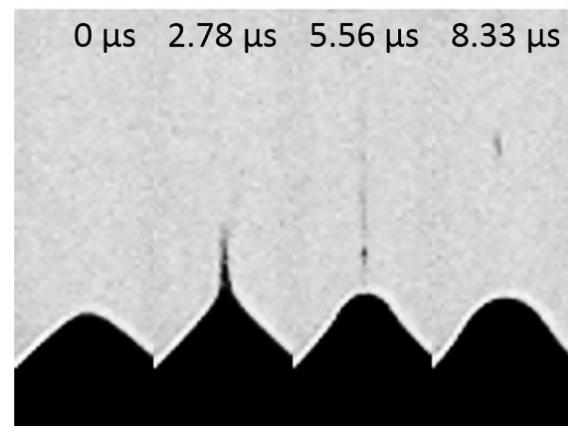


Fig. 2 Photographs of tip of Taylor cone with cathodic nozzle by high speed camera with exposure time of 2.78 μ s and frame rate of 360000 fps.