大気圧 He バリア放電中に滴下された微小液滴の挙動観測

Behavior of Droplets Introduced into Dielectric Barrier Discharge in Atmospheric-Pressure Helium

東京都立大院　システムデザイン　○(M2)中川桂輔，　中川雄介，　杤久保文嘉
Tokyo Metropolitan Univ. °Keisuke Nakagawa, Yusuke Nakagawa, Fumiyoshi Tochikubo
E-mail: nakagawa-keisuke@ed.tmu.ac.jp

1.　はじめに

近年, 非平衡大気圧プラズマの多様な発生方法の開発に伴い, プラズマと液体の相互作用の解明及びその利用に関する研究が盛んに行われている。プラズマ誘起液中反応の一次反応は界面近傍で起こるため, 比表面積の大きい微小液滴の利用は有効である。しかしながら, プラズマと液滴の相互作用によって引き起こされる液滴の挙動または液滴がプラズマに及ぼす影響など未解明な点が多く存在する。先行研究[1]において, MHz 帯におけるプラズマと液滴の相互作用が既に研究されているが, 本研究では MHz 帯に比べてガス温度が低い kHz 帯のプラズマに着目した。そこで本研究では, 非平衡大気圧プラズマ中での液滴の挙動解明を目的として, 誘電体バリア放電における液滴の挙動を実験的に解析した。

2.　実験装置及び手法

図 1 に実験系を示す。He を 0.6 L/min で流入させたリアクター内に, 両面に誘電体を配した平行平板の電極を配置し, 電極間に交流電圧を印加しプラズマを生成した。リアクターの寸法は W150×H70×D50 mm である。誘電体は厚さ 1 mm のアクリル, 金属電極は半径 0.5 cm または 1 cm のステンレス円板を用い, ギャップ長は 3 mm とした。印加電圧は 7 kV_{pp}, 周波数は 100 kHz である。生成したプラズマ中への液滴の導入にはインクジェット装置（クラスターテクノロジー:PIJ-60ASET）を用い, プラズマの上部から液滴（純水）を導入した。高速度カメラ（Photron：FASTCAM SA3）を用い, プラズマ内での液滴の挙動を観測した。

3.　結果と考察

図 2 に放電している時の液滴の挙動を示す。液滴の直径は約 128 μm, インクジェットから吐出された液滴の落下速度は 3.8 m/s である。放電していない状態では液滴は電極間で終端速度に達さずに重力方向に垂直に落下したのに対し, 放電している状態では液滴がプラズマの下部で重力方向の速度を失い, 図 2 のように浮遊するものがあった。

以前の数値解析[2]により, プラズマ中に導入された液滴は電子とイオンの移動度の差から負に帯電することが分かっている。また電子とイオンの拡散速度の差から, プラズマと非プラズマ領域の界面では両極性拡散に伴うシース電界を生じる。このことからプラズマ内で負に帯電した液滴がシースにより重力方向と逆向きの力を受けることで静止し, 浮遊している可能性がある。

謝辞
本研究は JSPS 科研費 18H01207 の助成を受けたものです。

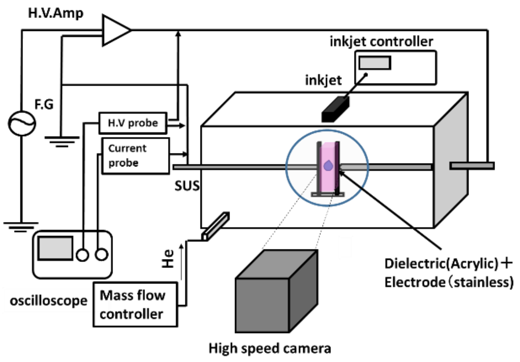

図 1　実験系概要

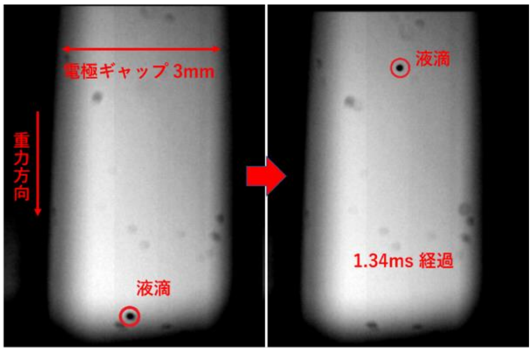

図 2　放電時の液滴の挙動

参考文献

[1]Gaku Oinuma *et al*, *Plasma Sources Sci. Technol,* **29**,095002(2020)
[2]　横田剛　他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 18—Z18-8(2021)