

## 超音波援用液相中プラズマの生成および診断

### Generation and diagnostics of ultrasonic-assisted plasma in liquid

東大院新領域 ○(M2)高橋 史音, 伊藤剛仁, 寺嶋和夫

The Univ. of Tokyo, Shion Takahashi, Tsuyohito Ito, Kazuo Terashima

E-mail: shion.takahashi@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

**緒言** 高密度媒質におけるプラズマプロセスでは、高い原子・分子密度に起因する高反応速度が期待される。特に液体中では高い溶解度を利用した物質合成も可能であり、ナノ粒子合成<sup>[1]</sup>や表面改質<sup>[2]</sup>といった材料プロセスに適用されている。また、液体中の気泡内に発生させるプラズマは、プラズマと気相、液相が複雑に相互作用しあう特異な混相反応場であり、様々な分野のプロセスへの応用が期待される<sup>[2]</sup>。

純水など導電率の低い液体中でプラズマを生成しようとする、放電発生のためには高電圧が必要になる<sup>[3]</sup>。そのため多くの場合において電解質水溶液を用い、ジュール加熱による気泡生成が行われるが、その場合電解質が不純物として存在してしまう。以上のような背景のもと本研究では、新規プラズマプロセスの創成を目指し、超音波援用プラズマリアクターを開発し、計測・診断を通じてその特徴を明らかにすることを目的とした。溶液中に超音波を照射することで発生する音響キャビテーションバブルの存在により、プラズマ生成に必要な電圧の低減化や音響キャビテーションバブルの物理的・化学的作用の反応への寄与などが期待される。

**実験** 本研究ではフロー式リアクターを採用した。液体中でのプラズマ生成においてフロー式リアクターを用いることで、溶液の流量を操作して滞留時間を制御することが可能になる。さらに、プラズマによって生成される不安定な中間生成物や励起種を下流のプロセスで用いるなどといった応用も可能となる。Fig.1 に実験装置の概略図を示す。内径 9 mm のガラス製流路にポンプで溶液を流し(0 ~ 100 ml/min)、流路内で対向させた電極間に両極性パルス電圧(0 ~ 150 kHz)を印加してプラズマを生成した。電極にはタングステン線(直径 1 mm、電極間隔 0 ~ 3 mm)を使用した。流路側面に設置した超音波振動子を駆動することで、流路内の溶液に超音波

(28 kHz)が伝播し、音響キャビテーションバブルが生成する。音響キャビテーションバブルは液中で形成される定在波の腹に集中して生成するため、定在波が形成され、かつ電極部がその腹に位置するように流路を設計したところ、Fig.2 に示すようなプラズマが生成した。バッチ式リアクターでの実験となるが、純水中における放電開始電圧は、超音波を援用した場合約 30%低下することも確認している。本発表においてはこれに加え、発光分光測定を含む種々の計測・診断の結果も含めて報告する。

**参考文献** [1] Hieda, J., et al. Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films 26.4 (2008) 854-856.

[2] 小駒益弘監修 『大気圧プラズマの生成制御と応用技術』 (サイエンス&テクノロジー, 2012).

[3] Imasaka, K., et al. Jpn. J. Appl. Phys. 48.6R (2009) 065004.

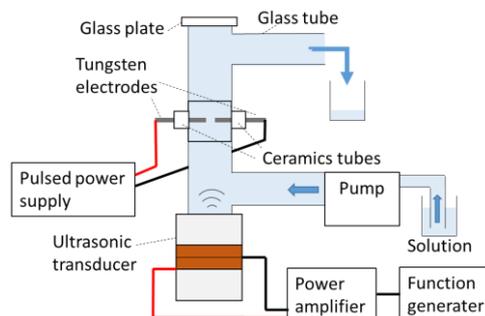


Fig.1 Experimental set-up

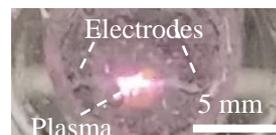


Fig.2 Plasma generated in the reactor