

大気圧低温プラズマジェットの予備電離効果の評価 Effect of pre-ionization on an atmospheric pressure low temperature plasma jet

○笠井芳幸¹, 渡辺茜¹, 小林大地², 齊藤玖美³, 棚瀬達則³, 浅井朋彦⁴, 小口治久⁵

*Yoshiyuki Kasai¹, Akane Watanabe¹, Daichi Kobayashi², Kumi Saito³, Tatsunori Tanase³, Tomohiko Asai⁴, Haruhisa Koguchi⁵

Abstract: An atmospheric pressure low-temperature plasma jet does not require a vacuum vessel, has high chemical activity at low temperatures. Therefore, it has been applied to various fields such as medical and materials. In this study, we employed a pre-ionization method using dielectric barrier discharge (DBD) to improve the reproducibility of plasma jet. The effect of the pre-ionization was evaluated by amount of ozone production. The results show, the increased ozone concentration by application of the DBD pre-ionization. Electron temperature and density in the cases with and without PI have been simulated by a finite element method.

1. 背景・目的

大気圧低温プラズマジェットは、平均的には室温程度であるにも関わらず化学的活性が高いため、医療や材料など様々な分野へ応用され研究が進められている[1], [2]。しかし、プラズマの再現性の低さや、プラズマ生成に使用できるガス種が制限されることなどの課題がある。そこで、本研究では、プラズマジェットの upstream に誘電体バリア放電 Dielectric Barrier Discharge: DBD) を用いた予備電離 (Pre-ionization: PI) 部を設けることで、動作ガスの選択性や照射効果の向上を試みた[3], [4]。また、有限要素法を用い射出口部分における電子温度・電子密度のシミュレーションを行った。

2. 実験装置

プラズマジェットと DBD の電極には低周波 (17.5kHz, 11kV) 電源、ガスは Ar を使用し、オゾン濃度は大気圧状態の容器内でオゾンモニターを用いて測定した。また、生成されるプラズマの電子密度・温度への予備電離の影響を評価するため DBD, プラズマジェットともに電圧 500[V], 50[kHz] の正弦波を印加しシミュレーションを行い実験結果と比較した。

3. 実験結果

Ar ガス 3.0[L/min], 印加電圧 11[kV] でオゾン濃度の計測結果を Figure 1. に示す。予備電離を行うことでオゾン濃度が増加したことが確認された。また、シミュレーションでは DBD のガス出口部分の電子密度、電子温度を測定し、得られた値をプラズマジェットの初

期値に代入することで、予備電離の再現をし、20 μ s 間計測したものを Figure 2. に示す。

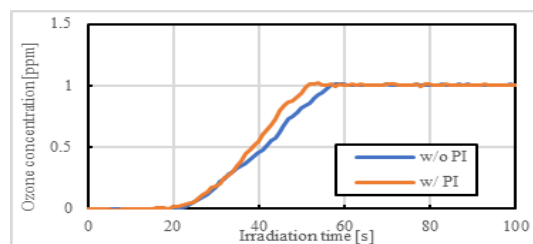


Figure 1. Ozone concentration of plasma irradiation using Ar

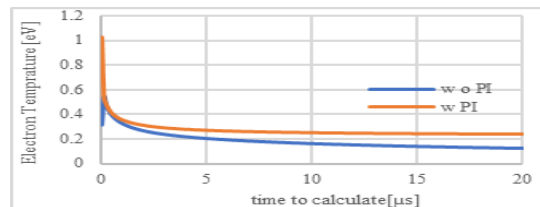


Figure 2. Time evolution of electron temperature with and without pre-ionization

4. まとめ・今後の展望

DBD を用いた予備電離を行うことで、オゾン濃度の増加が確認された。またシミュレーション結果から、予備電離の適用により電子温度が上昇する可能性が示唆された。今後は、Ar の励起種などについて測定を行う。

5. 参考文献

- [1] 佐原純輝：「非熱平衡大気圧プラズマジェットの開発とその応用」, 日本大学院理工学研究科 修士論文, 2015
- [2] 秋元郁哉, 岡田真実, 田中郁行, 菱田大輝, 佐原純輝, 平塚傑工, 小口治久, 浅井朋彦：「非熱平衡大気圧プラズマによる DLC 除膜に関する研究」
- [3] 日本学術振興会プラズマ材料科学第 153 委員会：大気圧プラズマ基礎と応用一, オーム社, 2009
- [4] 北野勝久, 浜口智志：「低周波大気圧マイクロプラズマジェット」, 応用物理学会誌, Vol.77. No. 4, 2008