

交差ガス流を用いた直流駆動大気圧プラズマにおける OH ラジカルの空間密度分布

Distribution of OH radical density in direct-current
atmospheric-pressure plasma using crossed gas flow

北大工, O大和田 裕樹, 白井 直機, 佐々木 浩一
Hokkaido Univ. OH. Ohwada, N. Shirai, K. Sasaki
E-mail: owada@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

【研究背景】

近年、大気圧非平衡プラズマの生成法は大きく発展した。著者らはこれまでに、大気中で2つの微細ヘリウムガス流を交差させ直流電圧を印加すると、ガス流に沿ってグロー放電が生成することを報告している[1]。このプラズマ源の下流部に水を設置して発光領域を接触させない照射を行うと、一般的な誘電体バリア放電型のプラズマジェット等と比べて過酸化水素等の濃度が高いプラズマ処理水が生成されることがわかっている。プラズマ由来のラジカルは水処理や医療分野での応用が期待されているが、その生成や輸送のメカニズムは未解明である。

著者らは以前に、交差ガス流を用いたプラズマを対象とした OH 密度のレーザー誘起蛍光分光測定の結果を報告したが、回転温度やクエンチング周波数の空間分布の影響を考慮していなかった[2]。本研究では、それらを補正し、OH 密度の空間分布を調べることを目的とした。

【実験方法】

ヘリウムガスが流れる二つのノズル電極(内径 500 μm)に制限抵抗を介して直流電源を接続することで、交差ガス流に沿った形状のプラズマを生成した。ガス流量は両電極ともに 700 sccm、放電部の長さが両側ともに 3mm、内角が 45° となるようにして実験を行った。このプラズマに対して、波長可変レーザー光を照射し、レーザーによって生成された OH の励起状態が発する蛍光を受信する方法(レーザー誘起蛍光法)によって OH を検出した[3]。

この方法で得られた OH のレーザー誘起蛍光画像の全ピクセルで回転温度とクエンチング周波数の測定を行い、それらの空間分布画像を作成した。

【実験結果および考察】

Fig. 1(a)およびFig. 1(b)は放電電流が12mAのときのプラズマの発光画像および波長 261nm のレーザー光によって励起された OH のレーザー誘起蛍光画像である。Fig. 2(a)はクエンチング周波数の空間分布、Fig. 2(b)は回転温度の空間分布をそれぞれ示している。

Fig. 2(a), Fig. 2(b)より、ガスの交差下流部はプラズマ発光領域と比べて回転温度が高くクエンチング周波数も大きいことがわかる。これらの影響を補正すると Fig. 2(c)に示す OH の空間密度分布が得られた。

Fig. 1(b)においてガス交差下流部の LIF 強度がプラズマ発光領域と比べて小さいが、OH は下流部まで密度を維持することがわかる。OH 密度がガスの交差する部分でピークを持つことから、この領域で OH が生成されていることが考えられる。空気の混入少なくクエンチング周波数が小さいノズル付近の OH 密度が低いことから、空気中の水蒸気が OH の生成要因であると考えられる。

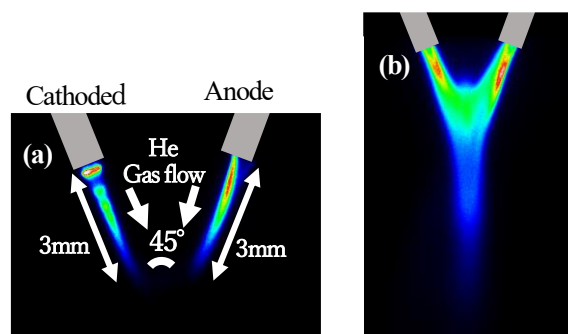


Fig.1 (a) Optical emission image of the plasma.
(b) LIF image of OH by laser with wavelength of 261nm.

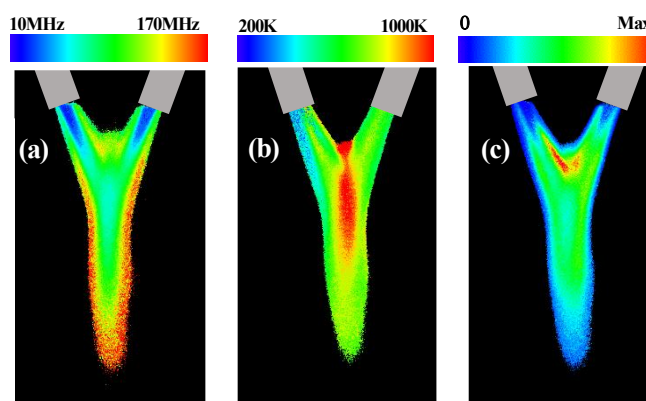


Fig.2 Spatial distributions of (a) quenching frequency,
(b) rotational temperature, and (c) OH radical density.

参考文献

- [1] N. Shirai et al, IEEE Trans. Plasma Sci. 36, 960 (2008)
- [2] 大和田ら 応用物理学会秋季(2019)
- [3] H. Ishigame et al, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 01AF02 (2015)