

マッハ・ツェンダー干渉計を用いた大気圧グロー放電内のガス温度推定

Gas Temperature Estimation in Atmospheric-Pressure Glow Discharge

Using Mach-Zehnder Interferometer

都立大院システムデザイン °柊久保文嘉, 吉川昇汰, 中川雄介

Tokyo Metropolitan Univ., °Fumiyoshi Tochikubo, Shota Yoshikawa, Yusuke Nakagawa

E-mail: tochi@tmu.ac.jp

大気圧グロー放電は大気圧下における非平衡プラズマの一種であり、特に希ガスをを用いた場合は比較的容易に様々な形態の大気圧グロー放電が得られる。He を用いた誘電体バリア放電では電子密度が比較的低く ($10^{11} \sim 10^{12} \text{ cm}^{-3}$), また、パルス的な放電であるためにガス温度は室温を大きく上回ることはない。一方、直流や高周波、マイクロ波を用いた大気圧グロー放電では電子密度も高い傾向にあり ($10^{12} \sim 10^{14} \text{ cm}^{-3}$), ジュール加熱によるガス温度上昇を生じる。例えば、レーザ誘起蛍光法による He 直流グロー放電での OH(X) の回転温度計測より 2000 K 程度の温度が報告されている[1]。ガス温度は流体力学的な作用に加え、局所的なガス密度変化に起因するプラズマ構造の変化や化学反応にも影響を与えるので、その評価が必要である。小室等はマッハ・ツェンダー干渉計を用いて大気圧下のパルスストリーマ放電におけるガス密度やガス温度を計測した[2]。この手法は時空間でのガス密度やガス温度の進展を評価できる点で利点がある。本研究では同様の手法を直流、またはパルス駆動の大気圧グロー放電に対して適用して熱的な影響を評価した。

主な計測対象はステンレス製ノズル電極と球電極間に発生する大気圧グロー放電であり、ノズル電極から大気中へ Ar ガスを流すことでガス流に沿って安定した放電が得られる。マッハ・ツェンダー干渉計では光源（レーザ）からの光路を2つに分け、光路上の屈折率差の積分値に起因する光路間の位相のずれをスクリーン上で干渉縞の移動量として観測する。屈折率変化を介してジュール加熱に起因するガス密度分布を計測し、気体の状態方程式によりガス温度分布を推定する。なお、データ解析に際しては軸対称を仮定し、逆アーベル変換を用いた。

図1は計測例であり、Zは陰極からの距離を示す。

シースが形成される陰極前面と、放電領域が絞られるノズル電極前面で温度上昇が確認され、定性的には妥当な結果と考えられる。なお、発表ではパルス電圧印加時の温度変化についても報告予定である。

本研究の一部は JSPS 科研費 JP 21H01075 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] H. Ishigame, S. Nishiyama, K. Sasaki, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 01AF02 (2015).
- [2] A. Komuro, C. Natsume, A. Ando, Plasma Sources Sci. Technol. **30**, 095007 (2021).

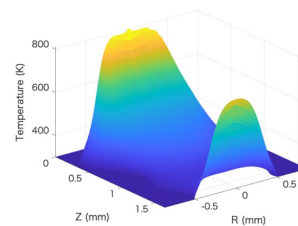


図1 放電写真と得られた温度分布
(ギャップ 1.6 mm, 電流 17 mA)