

トモグラフィック発光分光計測による 窒素誘導結合プラズマの振動温度・回転温度の空間分布診断

Diagnosis of Spatial Distribution of Vibrational and Rotational Temperatures of Nitrogen Inductively Coupled Plasma by Tomographic Optical Emission Spectroscopic Measurement

東工大¹, アルバック² ○(M2)米田 和真¹, 山下 雄也¹, 土居 謙太², 清田 哲司²,

浅川 慶一郎², 石 健太¹, 根津 篤¹, 赤塚 洋¹

Tokyo Tech¹, ULVAC² ○Kazuma Yoneda¹, Yuya Yamashita¹, Kenta Doi², Tetsuji Kiyota²,
Keiichiro Asakawa², Kenta Ishi¹, Atsushi Nezu¹, and Hiroshi Akatsuka¹

E-mail: yoneda.k.ac@m.titech.ac.jp

1. はじめに

分子性ガス特有の放電への理解を深めるために、その代表例である窒素プラズマの特性を調べることは重要である。誘導結合プラズマは半導体エッチングをはじめとするプラズマプロセスに应用されており、ガス温度に近似される回転温度の空間分布を把握する必要がある。本研究では、トモグラフィック発光分光計測により窒素プラズマ中の N_2 (1PS, 2PS)および N_2^+ (1NS)励起状態の振動温度 T_v ・回転温度 T_r の空間分布を求め、ガス温度や電磁界分布による影響を議論することを目的とした。

2. 実験

図 1 に本研究に用いた誘導結合プラズマ装置(チャンバ内寸 $\phi 354 \times H193$ mm, 発振周波数 13.56 MHz)を示す。圧力 1 Pa, 投入電力 300 W で窒素プラズマを生成した。レンズ付きファイバをチャンバ側面窓の外側に 8 本, 上面窓の外側に 10 本の計 18 本配置し, マルチチャンネル分光器(堀場製作所製, M116)により窓面における分光放射輝度を測定した。

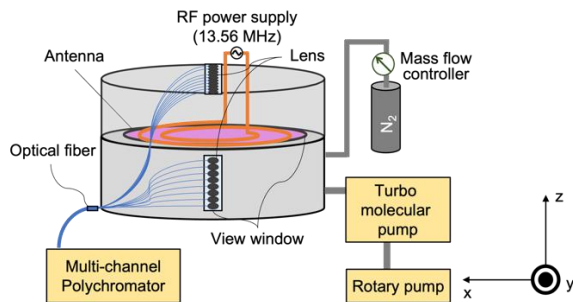


図 1. 誘導結合プラズマ装置

3. 解析

本研究では、再構築法プログラム^[1]を改良したトモグラフィ解析プログラムにより、分光放射輝度から、分光放射係数の空間分布を求めた。さらに、 T_v , T_r を入力パラメータとして理論スペクトルを計算し、実験で得られたスペクトルとフィッティング^{[2][3]}することで、2PS(370-385 nm), 1NS(410-430 nm), 1PS(635-655 nm)における T_v , T_r を決定した。

4. 結果と考察

図 2 に 2PS, 1PS, 1NS の T_r の空間分布を示す。2PS, 1PS では、 y 軸(チャンバ直径)負から正方向につれて T_r が上昇した。これは $-y$ 側にガス導入口が位置する装置構造に起因すると考察した。1NS

では y 軸中心から外側につれて T_r が減少した。これは、上面窓直下における電磁界分布との相関を呈しており、イオンの運動が回転温度情報に反映されていると考察した。本予稿では、 T_v の空間分布は割愛するが、講演にて論ずる。

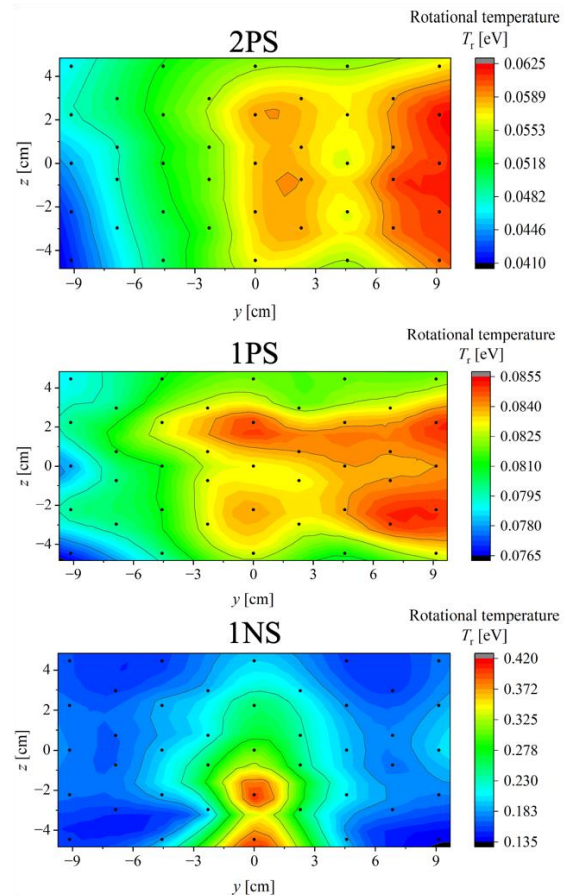


図 2. 2PS, 1PS, 1NS の T_r 空間分布

謝辞

マルチチャンネル分光器を貸与いただき、同器を用いた計測について助言いただいた、堀場エステックの横井雅樹様、佐藤陽子様、堀場製作所の安井健吾様、宮岡拓実様、櫻井正行様に感謝する。

参考文献

- [1] D. R. Ferreira, <https://github.com/diogoff/istok-tomography>
- [2] T. Sakamoto, H. Matsuura, and H. Akatsuka, J. Appl. Phys., **101**, 023307(2007).
- [3] H. Akatsuka, H. Kawano, K. Naoi, H. Matsuura and A. Nezu, Jpn. J. Appl. Phys., **56**, 056102 (2017).