

# 分子性ガスを含むアルゴンプラズマにおける電子密度計測への飽和吸収分光法の応用

## Application of Saturation Spectroscopy to the Electron Density Measurement of Molecular Gas Containing Argon Plasma

○西山 修輔、王 惠民、佐々木 浩一（北大院工）

°Shusuke Nisiyama, Huimin Wang, Koichi Sasaki (Hokkaido Univ.)

E-mail: shu@eng.hokudai.ac.jp

**はじめに** 電子密度は基本的なプラズマパラメータの一つであるが、その測定に一般的に用いられているプローブ計測は、プラズマへの擾乱や汚染のおそれ、精確な解析の困難さなど問題も少なくない。我々は、高分解能のドップラーフリー分光法の一つである飽和吸収分光法を用いて、アルゴンの準安定準位の寿命が電子密度に依存することを利用した光学的な電子密度計測法について報告を行ってきた。今回は、電子と同様に準安定状態の寿命への影響を無視できない分子性ガスを含むアルゴンプラズマに適用した結果について報告する。

**実験方法** プラズマ源には内部アンテナ型 ICP プラズマ装置を用い、アルゴンと窒素の混合ガスを導入して 13.56MHz の RF 電力でプラズマを生成した。飽和吸収分光計測の光源には波長可変半導体レーザーを用い、 $4s[3/2]^{\circ}_2-4p[3/2]_2$  遷移の波長である 763.511nm を中心に 4GHz の範囲で波長掃引した。レーザー光はポンプ光とプローブ光に分け、チャンバーのほぼ中心を互いに対向する方向で入射させてプローブ光の透過強度を測定し、ポンプ光の有無によるプローブ光の吸収スペクトルの差から飽和吸収スペクトルを得た。飽和吸収スペクトルから velocity changing collision を考慮して飽和パラメータを求め、ポンプ光強度や電子密度、窒素ガス分圧への依存性を検討した。

**実験結果および考察** 飽和吸収分光法の理論によれば、吸収中心波長における飽和パラメータの逆数  $1/S_0$  とポンプ光強度  $I_p$  の積は上下準位の実効緩和レート  $R^*$  に比例し、 $R^*$  は下準位が準安定状態であればその緩和レート  $R_1$  とほぼ等しく、電子や中性粒子との衝突による脱励起のレートで決まる。Fig.1 に示すとおり電子密度  $n_e$  に比例する結果となった。 $n_e=0$  に外挿した  $I_p/S_0$  の値は電子以外による脱励起レートで決まり、Fig.2 に示すように窒素分圧に比例した。Fig.1 と Fig.2 の傾きから電子と窒素分子による脱励起のレート係数を評価できる。また、電子密度の制御には RF 電力を変化させているが、Fig.1 の直線性が保たれていることから窒素分子の解離が無視できる程度であるといえる。講演では解離しやすい水素などを含む場合についても報告する。

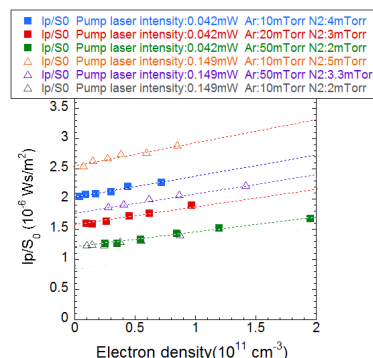


Fig.1: Relationship between the saturation parameter and the electron density.

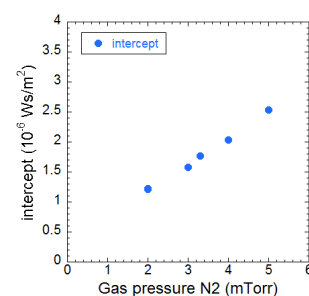


Fig.2: Relationship between the  $I_p/S_0$  (at  $n_e=0$ ) and the  $N_2$  partial pressure.