

光ピンセットによる捕捉微粒子を用いた アルゴンプラズマの等電場面計測

Equi-Electric-Field Measurements in Ar plasmas using

a Fine Particle Trapped with Optical Tweezers

九大シス情¹, 九大総理工², 北大院工³, 自然科学研究機構⁴, 奥永 冨京¹, 岩本 亮介¹, 鎌滝 晋礼¹

富田 健太郎³, Pan, Yiming² 山下 大輔¹, 板垣 奈穂¹, 古閑 一憲^{1,4}, 白谷 正治¹

Kyushu Univ.¹, Hokkaido Univ.², NINS³,

Sakyo Okunaga¹, Ryosuke Iwamoto¹, Kunihiro Kamataki¹,

Kentaro Tomita², Pan Yiming¹

Daisuke Yamashita¹, Naho Itagaki¹, Kazunori Koga^{1,2} and Masaharu Shiratani¹

E-mail: s.okunaga@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

多様なナノ構造形成や半導体デバイスの 3 次元集積化に伴い、プラズマプロセスの深い理解に基づいた超高精度ナノプロセスの創成が求められている[1]. このためには、プラズマプロセス揺らぎの原因解明と制御が重要である. 本稿では、光ピンセット法[2]によりプラズマ中微粒子を捕捉・移動し、その微粒子挙動によりプラズマの等電場面を推定した結果を報告する.

実験では上面に石英窓、底面にサファイア窓を有するプラズマ反応容器を落射型顕微鏡に設置した装置を用いた. 容器中央にパンチングメタル接地電極を配置し、内径 15mm, 外径 25mm のリング型電極を容器底面上に設置した. この容器内に Ar ガスを導入し、電極間に 13.56MHz の高周波電圧を印加してプラズマを生成した. このプラズマに粒径 10 μm のアクリル微粒子を容器内に導入すると、微粒子はプラズマ/シース境界付近に浮遊する.

本実験では Ar プラズマ中に導入した 1 個の微粒子を光ピンセットによって捕捉し、レーザ

ーの集光点を微粒子に合わせながら離脱するまで水平移動させた. これを圧力 40,50,60Pa の条件で行った. このようにして得られた離脱位置を図 1 に示す. プロットされた点では微粒子にかかる静電力が重力と釣り合っており等電場面を表していると考えられる. 実験では、100 μm 程度の水平位置変化による電場の変化を観測し、この電場変化には圧力依存性がある. また、実験結果の妥当性を検証するため PIC-MCC 法による数値計算結果との比較を行った.

[1] M. Shiratani, *et al.*, J. Phys. D **44** (2011)174038.

[2] A. Ashkin, Biophys. J. **61** (1992) 569.

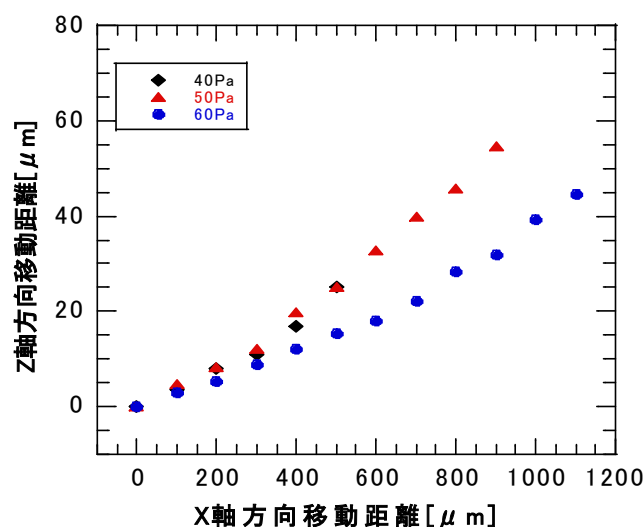


図.1 Ar プラズマ中微粒子をレーザートラップしピン点を合わせながら水平移動させた際の位置変化