

反応性プラズマ中ナノ粒子とプラズマの相互作用ゆらぎの起因解明

Origin solution of fluctuation of interaction between plasmas and nanoparticles

九州大学¹ ○(M2)森 研人¹, (M1)周 韜¹, (M1)大友 洋¹, 山下 大輔¹, 徐 鉉雄¹,

板垣 奈穂¹, 古閑 一憲¹, 白谷 正治¹,

Kyushu Univ.¹, °Kento Mori¹, Zhou Ren¹, Hiroshi Ohtomo¹, Daisuke Yamashita¹, Seo Hyunwoong¹,

Naho Itagaki¹, Kazunori Koga¹ and Shiratani Masaharu¹,

E-mail: k.mori@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

半導体デバイスの3次元化に伴い、作製工程の70%を占めるプラズマプロセスにおけるプラズマとナノ界面の相互作用ゆらぎの抑制が最重要課題となっている。筆者らは、ナノ界面のモデルとして、ナノ粒子を用い、プラズマとナノ粒子の相互作用ゆらぎをプラズマ乱流物理の解析手法を適用して研究し、現在までに以下の結果を得ている。1)振幅変調放電におけるナノ粒子量のゆらぎにプラズマ乱流解析を適用し、ラジカルとナノ粒子の非線形結合を示唆する結果を得た。2)エンベロープ解析を用い、プラズマとナノ粒子の相互作用ゆらぎの抽出に成功した。ここでは、プラズマとナノ粒子の相互作用ゆらぎの起因を考察した結果を報告する。

実験には容量結合型プラズマ CVD 装置を用いた。Ar と $\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{OCH}_3)_3$ を装置内に導入し圧力を 166.3Pa とした。20mm 間隔で設置した直径 60mm の 2 枚の電極間に 60MHz、120Vpp の高周波電圧を印加しプラズマを生成した。このとき電子温度は 3eV、イオン密度は $10^8 - 10^{10} \text{cm}^{-3}$ であった。プラズマゆらぎがナノ粒子成長に与える影響を調べるために、変調周波数 100Hz、変調度 30%の正弦波を放電電圧に重畳した。気相中ナノ粒子量の時空間変化の計測は2次元レーザー散乱光(LLS)法を用いた。

Figure1 にそれぞれプラズマ中の電場、電子、ラジカル、ナノ粒子の情報を含むフローティングポテンシャル、OES、OES 比、LLS の $z=4\text{mm}$ におけるパワースペクトルを示す。Fig.1 (d)のパワースペクトルにおいて、60Hz 付近などの複数の分数周波数ピークが確認でき、ラジカルとナノ粒子の非線形結合を示唆している。Fig.1 (a)~(c)には、分数周波数ピークが存在しない。このように、パワースペクトル間の関連を調べ、相互作用ゆらぎの原因を解明できると考えている。

[1] M. Shiratani, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **53** (2014) 010201

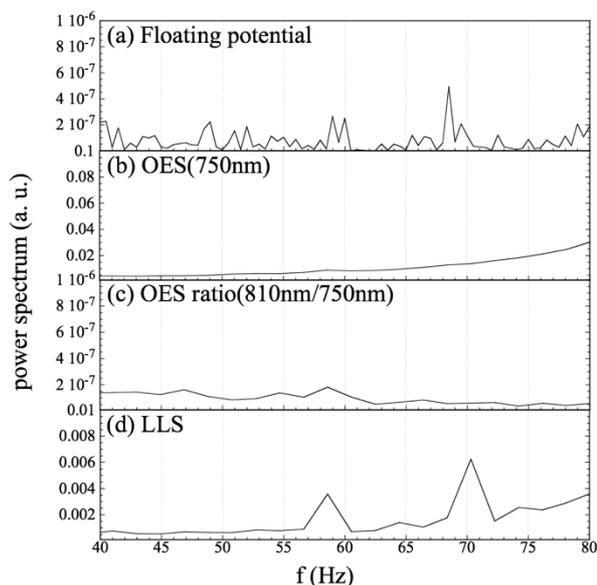


Fig1: Power spectrum of
(a)floating potential, (b)OES(750nm),
(c)OES ratio, and (d)LLS.