

大面積 V H F プラズマ中の定在波測定

Measurement and Numerical Analysis of the Standing Waves in a Large-area VHF Plasma

岐阜大院工 ○廣井 将平, 牟田 浩司, 西田 哲, 栗林 志頭眞

E.R.E.S Graduate School of Eng., Gifu Univ., ○Shohei Hiroi,

Hiroshi Muta, Satoshi Nishida, Shizuma Kuribayashi.

E-mail: r3130028@edu.gifu-u.ac.jp

【はじめに】VHF プラズマは高密度、低電子温度が得られるため、プラズマプロセスに現在広く使用されている。近年基板の大面積化により波長と電極サイズが同オーダーになると、電圧・電流は波として伝搬し、電極終端での反射により定在波を発生する。定在波の空間分布はプラズマ密度分布と密接な関係にあり、プラズマの大面積一様化においては定在波の積極的な制御が不可欠となる¹⁾。本研究では、プラズマ中で簡便に定在波を測定でき、プラズマ分布制御にフィードバックできるような計測システムの構築を目指している。

【実験】本研究では比較的測りやすい高周波磁界に着目し、電極に沿って複数配置したループアンテナにより測定した磁界から電極電流を求め、電流定在波を評価した。使用周波数は 60MHz、電極の長さは 450 mm である。また本手法の妥当性を検討するため、実験条件に合わせて有限差分時間領域 (FDTD) 法により三次元電磁界解析を行い、測定値との比較を行った。プラズマは分極電流として運動方程式を同時に解いている。さらに、発光分布の観察やラングミュアプローブによるプラズマ密度分布測定を行い、定在波との相関を調べた。

【結果】電極の終端は開放 ($Z_L = \infty$) とした場合の数値解析を行った結果を図に示す。図 1 は電極電流に垂直方向の磁界分布で、測定対象である。図 2 は磁界分布より求めた電極電流 (変位電流と分極電流の和)、さらには電界分布より求めた電極電圧を示す。電流、電圧とも分布定数回路理論に従った定在波分布が得られた。すなわち、磁場を測定することで電極電流の定在波測定が可能であり、本解析モデルを用いれば電極電圧も求めることができる。測定は電極終端に終端インピーダンスを取り付け、終端条件を変化させて行った。測定結果については講演にて報告する。

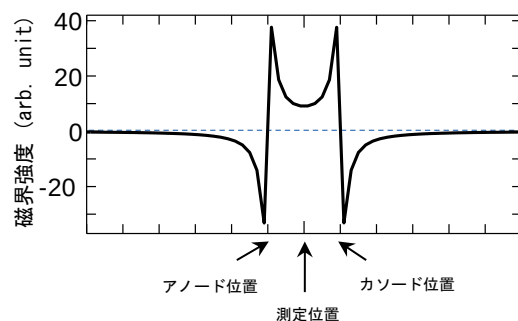


図 1. 測定点での磁界分布例

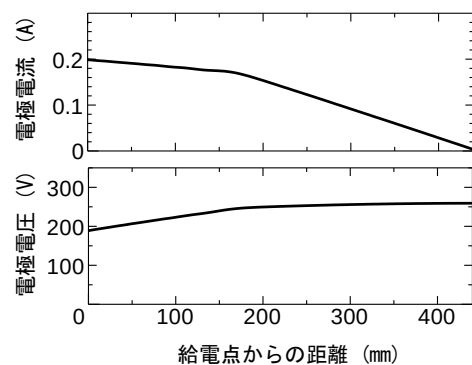


図 2. 定在波の空間分布例

1) T. Nishimiya et al., Thin Solid Films, 519 (2011) 6931-6934.