17p-F3-10

有限要素法による容量結合型 RF 放電プラズマの 2 次元解析

Two-dimensional Analysis of Capacitive-coupled RF Discharge using Finite Element Method

計測エンジニアリング（株）　○佟 立柱

KESCO　○Lizhu Tong

E-mail: tong@kesco.co.jp

容量結合型 RF 放電プラズマ (CCP) は低圧放電形の一つであり，薄膜堆積やエッチングによる半導体加工産業に広く利用されている。CCP 放電には，駆動電極よりも大きな表面積の電極がアースされるため，殆どの放電は非対称である [1]。

CCP 放電のモデリングは流体モデルと粒子モデルに大別され，主に空間 1 次元の計算を行っている。粒子モデルは個々の粒子を追いかけていくので，非常に低圧下でも適用可能であるが，2 次元或いは 3 次元の計算負荷はかなり高い。また，空間 1 次元の計算による電極形状のプラズマへの影響の検討は扱い難い。本研究では，有限要素解析ソフトウェア COMSOL Multiphysics による流体モデルを用いて，CCP 放電の軸対称 2 次元計算を行い，電極形状や絶縁体などのプラズマ特性への影響を検討する。

図 1 は軸対称 2 次元の CCP 放電プラズマにおける電子密度と電子温度の計算結果である。この放電構造は従来の CCP 放電周波数の研究に既に利用されている [2]。ガスはアルゴン，圧力は 200 Pa，温度は 400 K，RF 周波数は 13.56 MHz，電圧は 300 V である。高電子密度領域は軸線の周辺ではなく，アース電極の右端の傍で観察された。t = T/4 の時，アース電極につながるシースにおいて高電場によって電子が加速したために高電子密度領域とアース電極の間に高電子温度区域を生じた。ここで，t は時間，T は RF の周期である。

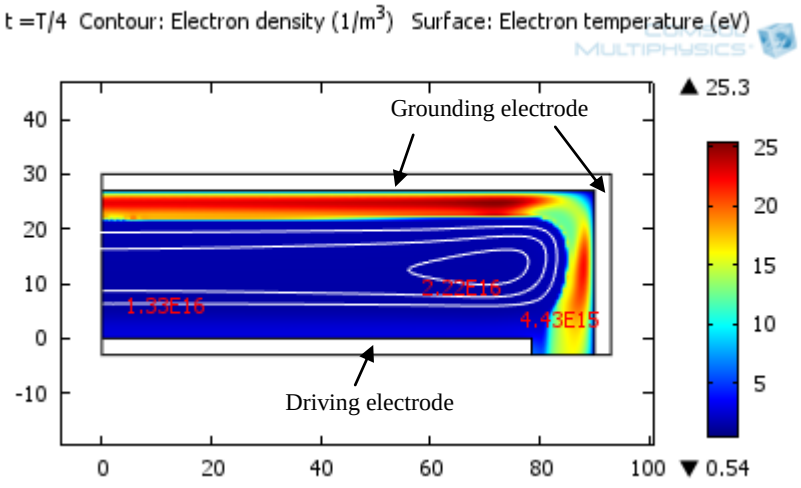

Figure 1. Electron density (contour) and electron temperature (surface) in an RF-CCP Ar discharge.

参考文献

[1] M.A. Lieberman, A.J. Lichtenberg, *Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*, New York: John Wiley & Sons, 1994.

[2] W.J. Goedheer, P.M.Meijer, J. Bezemer, J. Diederick, P. Passchier, W.G.J.H.M. van Sark, *IEEE Trans. Plasma Sci.* **23** (4) 1995: 644-649.

© 2014 年　応用物理学会