

29pA05P

## N<sub>2</sub>/Ar プラズマおよび O<sub>2</sub>/Ar プラズマ中でのイオン温度測定

Measurement of ion temperature in N<sub>2</sub>/Ar plasma and O<sub>2</sub>/Ar plasma

古賀麻由子, 米須章\*, 河合良信  
九大総理工, 琉大工\*

KOGA Mayuko, YONESU Akira\*, KAWAI Yoshinobu

Interdisciplinary graduate school of engineering science, Kyushu University

\*Department of electrical and electronics engineering, Faculty of engineering, University of the Ryukyus

### 1.はじめに

大口径ECRプラズマ装置は低圧、高密度のプラズマを生成できることから、半導体プロセスにおいて薄膜生成、エッチング等に広く用いられている。イオン温度は成膜やエッチングにおいて、デバイスの品質に大きな影響を与えるパラメータであると考えられるが、その詳細な測定はほとんどなされていなかった<sup>1,2)</sup>。そこで本研究では、プロセスで広く用いられている Ar 希釈窒素ガスプラズマ、Ar 希釈酸素ガスプラズマ中のイオン温度を高分解能可視分光器を用いて測定し、そのガス混合比依存性を調べた。

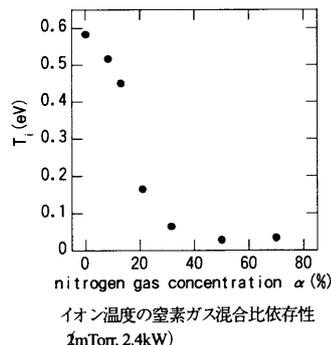
### 2.実験装置および方法

チャンバーは全長 700mm, 内径 290mm のステンレス製円筒型を使用し、6つの電磁コイルによってミラー型の磁場配位を形成した。マイクロ波 (周波数 2.45GHz) は TE<sub>11</sub> モードで入射させた。イオン温度は分光器 (焦点距離 1.5m) で測定した発光スペクトルのドップラー広がりから求めた。

### 3.実験結果および考察

イオン温度は窒素混合比が増大するにつれて急激に減少することがわかった。窒素混合比の増大に伴って電子温度はやや上昇することから、イオン温度の減少は電子温度の影響ではないと考えられる。また 915MHz マイクロ波を使用した実験においても、窒素ガスの添加によるイオン温度の減少が測定された。これに対し酸素ガスプラズマではイオン温度は異なった依存性を示すことがわかった。詳細は講演にて報告する。

- 1) Mayuko Koga et al., Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 3041.
- 2) Mayuko Koga et al., Vacuum, 66 (2002) 329.



29pA06P

## Ar/N<sub>2</sub> ECR プラズマ中のイオン温度特性解析

Numerical Investigation of the Ion Temperature in an Ar/N<sub>2</sub> ECR Plasma

牟田浩司, 古賀麻由子, 河合良信  
九大総理工

Hiroshi Muta, Mayuko Koga and Yoshinobu Kawai

Interdisciplinary Graduate School of Engineering Science, Kyushu University

Ar/N<sub>2</sub> プラズマは、半導体デバイスの絶縁膜や金属の窒化膜作製に広く用いられている。最近、基板へのイオン入射によるダメージが膜質に大きな影響を与えるケースが多く示されており、イオンの運動エネルギーの制御は重要な課題である。我々はこれまで、ミラー磁場と Ar/N<sub>2</sub> 混合比により ECR プラズマの低電子温度化を実現できることを示し、そのメカニズムを明らかにした。これによりシース電位を下げ、シース加速によるイオンの指向性の運動エネルギーを抑制できる。一方、ランダムな運動エネルギー、すなわちイオン温度に関しては、窒素の混合比を上げると急激に低下する興味深い実験結果を得ているが、そのメカニズムは明らかにされていない。そこで、本研究では数値シミュレーションとの対比により、そのメカニズムを考察することを目的とする。

図 1 に、1次元流体モデルによるシミュレーション結果を示す。窒素の混合比を増加させると電子温度が上昇し、電子密度が減少するという傾向は一致したが、Ar イオン温度に関しては実験とシミュレーションで逆の傾向が得られた。このモデルでは、イオンに対して、プラズマ中で励起される波動からの加熱やプラズマの半径方向分布からの影響が考慮されていない。そこで、イオン温度特性をより詳細に調べるために、FDTD 法による波動伝播解析と 2 次元 PIC/MC 法によるプラズマ解析をカップリングさせ、数値シミュレーションを行った。その結果は講演にて報告する。

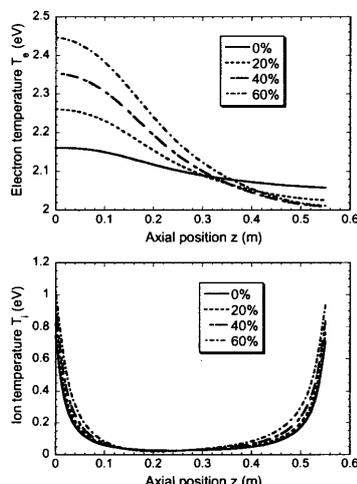


図 1 Ar/N<sub>2</sub> プラズマにおける N<sub>2</sub> 混合比依存性