

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	佐藤 俊和
主 論 文 題 目 :			
誘導結合型プラズマにおける Ar 準安定励起原子のプラズマ維持ならびに酸素原子生成に与える効果の数値計算モデリング			
(内容の要旨)			
<p>誘導結合型プラズマ(ICP)は容易に高密度プラズマを生成維持できるために材料創成、表面改質やSiゲートエッチングなどに幅広く応用されている。本研究では、高密度で存在する準安定励起原子が低温ICPの維持やラジカル生成に与える影響に着目し、まず純粋Arを原料としたICPにおける準安定励起状態を介した多段階電離の影響を緩和連続体(RCT)モデルを用いた数値計算的手法により明らかにした。続いて原料がO₂/Ar混合ガスである低温ICPについて、Ar準安定励起原子とO₂との反応まで考慮した活性酸素原子生成のモデルを構築し、活性酸素原子の数密度とその空間分布について考察している。</p> <p>第1章では、本研究の対象である低温ICPの用途と現在抱える課題について概説し、本研究の目的を記述した。</p> <p>第2章では、低温で高密度なICPの時空間構造をシミュレートする手法のひとつであるRCTモデルについて記述した。本研究で対象とした軸対称ICPリアクタの構造などプラズマ外部条件をまず論じた。続いて、電子のエネルギーの緩和を記述する電子エネルギー緩和式をはじめとするRCTモデルの支配方程式系を記述した上で、この方程式系の数値計算手法と境界条件の取扱いを論じた。また、ICP中の電子の輸送パラメータの決定方法について詳細に説明した。</p> <p>第3章では、Arを原料とするICPが示す周期定常プラズマ構造を数値計算し、まずAr準安定励起原子の空間分布を実験値と比較し本モデルの妥当性を検証した。高密度ICPでは原料ガスの直接電離と準安定励起状態を介した多段階電離がその維持にどのように影響するかを入力電力とガス圧力を変化させてプラズマ構造を数値計算する方法で考察した。その結果、比較的高い圧力(> 50 mTorr)の下では多段階電離が主となり、プラズマ密度が入力電力の立ち上りと立ち下りに対してヒステリシス特性を示し実験事実を説明できることを明らかにした。</p> <p>第4章では、材料の表面改質用のAr希釈(> 90%)のO₂を原料としたICPにおける活性酸素原子の生成過程を、気相における分子(イオン)反応や容器壁表面での付着・再結合を考慮しシミュレーションしている。その結果、酸素原子は原料O₂の電子衝突解離によって主に生成され、基底状態と準安定励起状態の間の遷移を繰り返しながら10¹⁴ cm⁻³程度の高密度の酸素原子が蓄積されることを明らかにした。さらに入力電力100 W、O₂混合比1%の条件で、Ar準安定励起原子の数密度が極大になることを明らかにした。また、ICPでは容量結合型プラズマで確認されているAr準安定励起原子と酸素分子の反応による活性酸素原子の生成は無視できるほど小さいことを示し、その原因は高密度ICPにおけるAr準安定励起原子のクエンチング過程にあると結論付けている。</p> <p>第5章では、各章の内容を要約し、本研究で得られた結果をまとめて結論を述べた。</p>			
以上			