

課題番号 : F-20-NU-0051  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : プラズマ中の現状ラジカル解析  
Program Title (English) : Analysis of atomic radicals in plasma  
利用者名(日本語) : 竹田圭吾  
Username (English) : K. Takeda  
所属名(日本語) : 名城大学理工学部電気電子工学科  
Affiliation (English) : Faculty of Sci. and Technol., Dept. of Electr. Electron. Eng., Meijo University  
キーワード/Keyword : プラズマ、表面処理、形状・形態観察、分析

## 1. 概要(Summary)

真空紫外吸収分光用の光源として開発されたマイクロ放電ホロカソード光源(MHCL)内の自己吸収現象を観察することにより、MHCL内における原子状ラジカルの密度状態について解析する。

MHCLは、Heガスに少量のガス分子を添加した混合ガスを用いた大気圧プラズマ内で生じる、ガス分子の解離により生成する原子の発光線を利用した光源である。本光源により、従来は大型レーザーを必要とした真空紫外吸収分光法による原子状ラジカルの定量計測が比較的簡便となり、様々なプラズマ計測に応用されている。

本実験では、誘導結合型水素(H<sub>2</sub>)ガスプラズマ(H<sub>2</sub>-ICP)内で生成された水素(H)原子を測定対象とし、Heガスに少量のH<sub>2</sub>ガスを添加した混合ガスを用いたMHCLを光源とする真空紫外吸収分光法により、H原子による光吸収率を計測する。このとき計測対象となるH<sub>2</sub>ガスプラズマの生成条件を固定したうえで、MHCL内に導入するHeとH<sub>2</sub>の混合ガスのH<sub>2</sub>ガス分圧を変化させ、測定対象となるH<sub>2</sub>-ICP内のH原子による光吸収率の変化を計測した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ラジカル計測付多目的プラズマプロセス装置、真空紫外吸収分光計

### 【実験方法】

プラズマを用いた光源内では、光源内の原子密度が高くなると励起原子から放たれた光が、同じ空間内に存在する基底状態の原子によって吸収される自己吸収現象が生じる。この自己吸収現象が生じると光源から放出される原子光スペクトルは、中心部の光強度が減少した歪んだ形状となる。このような発光プロファイルでは、計測対象のプラズマ内の原子により同じく吸収されやすいスペクトル中心の光量が少ないため、相対的に測定対象プラズマ内での入射光の吸収率が低下する現象が生じる。

本実験ではこの現象を利用し、MHCL内のH<sub>2</sub>分圧の変化やMHCLの放電電流の変化に伴って、MHCLから放出されるH原子のLyman  $\alpha$  発光線(波長: 121.56 nm)を吸収分光用光源として計測されるH<sub>2</sub>-ICP内のH原子による光吸収率の変化から、自己吸収現象を考察し、MHCL内のH原子の密度状態について考察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

MHCLから放出されるLyman  $\alpha$  線の発光を、放電条件を固定したH<sub>2</sub>-ICPに入射し、その透過光強度から測定対象プラズマ内のH原子による光吸収率を求めた結果、計測された吸収率は、H<sub>2</sub>分圧の上昇に伴って光源の自己吸収の影響を受け減少した。しかし、その光吸収率の変化には、MHCLの放電電流の変化に対する明確な依存性は確認されなかった。次にMHCLから放出されるH原子のLyman  $\alpha$  線の発光強度を計測したいところ、計測される発光強度はMHCLの放電電流の上昇とともに増加し、この現象はいずれのH<sub>2</sub>分圧の条件下でも観測された。以上のことから、自己吸収現象(H原子密度)は、MHCLに導入するH<sub>2</sub>分子の量によって決定されることがわかり、現状の条件下ではMHCL内のH<sub>2</sub>分子が枯渇していることを示唆するものと考えられる。

## 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学低温プラズマ科学研究センター・近藤博基准教授

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 竹田圭吾 他, The 38th symposium on Plasma Processing/The 33rd Symposium on Plasma Science for Materials. Virtual conference, Jan. 28, 2021. LO28-AM-A-02.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。