Measurement of Oxygen radicals in plasma by laser-induced fluorescence spectroscopy

LIF法によるプラズマ中の酸素ラジカルの測定

Hiroaki MIYASAKA, Yukihiro KOBAYASHI and Akira TONEGAWA

*Department of Physics, School of Science, Tokai University, 1117 Kitakaname,
Hiratsuka, Kanagawa, 259-12 JAPAN*

TEL:81-463-58-1211(EXT.3684), FAX:81-463-58-1812

Kazutaka KAWAMURA and Kazuo TAKAYAMA

*Institute of Research & Development, Tokai University, 1117 Kitakaname,
Hiratsuka, Kanagawa, 259-12 JAPAN*

TEL:81-463-58-1211(EXT.5300)

(Accepted for publication 8 November 1996)

In order to investigate the Oxygen radicals in the discharge tube, the $3p^3P$ state of O is populated by two-photon absorption at 226nm and is detected by the Laser-Induced Fluorescence (LIF) spectroscopy. The O fluorescence emission (845nm) increases with increasing the discharge current.

Keywords: Oxygen radicals, Plasma, LIF, Two-photon absorption

I. INTRODUCTION

酸素ラジカルは、環境問題（オゾン層破壊）、プラズマプロセス（プラズマエッチングなど）において、重要な役割を果たしている。しかし、ラジカルの基礎物理量はプローブ法、発光分光等の通常の方法では測定が困難であり、未解決の問題が多い。¹そこで、この実験の目的は、酸素プラズマ中の酸素ラジカルを及びLIF法（レーザー誘起蛍光法）によって測定し、プラズマパラメータによるラジカル量の変化を測定する事を目的とする。

II. EXPERIMENTAL

Figure 1に2光子励起によるLIF法の原理を示す。^{2,3} 酸素プラズマは直接励起によるLIF法では吸収のために測定が困難であり、そのために2光子励起法を用いる。226nmのレーザーのより2光子励起された原子の一部は蛍光を発し、一部はさらに励起光を吸収してイオン化する。

LIF法では、この蛍光845nmを測定する。2光子励起の問題点としては、直接励起に比べて、断面積が小さいので高いパワー密度のレーザーが必要となる。

FIG. 1. Principle of the LIF method.

FIG. 2. The measurement system.

実験装置及び測定システムの概念図をFig. 2に示す。実験方法は、円筒形電極の放電管内酸素中でグロー放電を発生させ、226nmのレーザーを入射し、2光子励起によるLIF蛍光845nmを32cm Czerny-Turner型モノクロメータ及び、マルチチャンネルアナライザー(SMA)で分光測定した。

励起用レーザーは、YAG励起の色素レーザーを利用して、537.9nmのレーザーを発生、非線形結晶により倍波286.95nmを発生させ、YAGレーザーの基本波1064nmとミキシングし、226nmを発振させた。

実験では放電電流 I_d を20mAから100mA、ガス圧 P_s を40から267Paまで変化させ、LIF蛍光845nmの変化を調べた。

III. RESULT

Figure 3は放電電流 I_d を変化させたときのLIF蛍光を示している。放電管内の酸素ガス圧は67Paである。蛍光強度は放電電流の変化とともに増加した。

Figure 4は放電管内の酸素ガス圧 P_s を変化させたときのLIF蛍光の変化を示している。放電電流 $I_d=100$ mAである。ガス圧が67Paのときに蛍光強度がピークとなった。

IV. CONCLUSION

円筒形電極を用いた放電管内において、2光子励起によるLIF法により酸素ラジカルを検出した。

LIF蛍光、つまり酸素ラジカルの生成量は放電電流に比例して増えることがわかる。また、放電管内の酸素ガス圧力変化させると、67Paのときにもっとも酸素ラジカルが生成されることがわかる。

FIG. 3. LIF Intensity are plotted against discharge current.

FIG. 4. LIF Intensity are plotted against O_2 gas pressure.

REFERENCES

- ¹ Kunihide Tachibana : Bunkoukenkyu **37**, 142 (1998)
- ² William K. Beschel, Bryce E. Perry, and David R. Crosley : Appl. Opt. **21**, 1419 (1982)
- ³ L.F.Dimauro, R.A.Gottscho, and T.A.Miller : J. Appl. Phys. **56**, 2007 (1984)

'96 SAS Intelligent Symposium