

吸収分光法による Ar パルスマイクロ波プラズマのガス温度時分解測定

Time-resolved gas temperature measurement

in pulsed-microwave Ar plasma by absorption spectroscopy

○瀬高 健太¹、豊田 浩孝^{1,2} (1.名大工、2.名大プラズマナノ工学研究センター)

°Kenta Setaka¹, Hirotaka Toyoda^{1,2} (1.Nagoya Univ., 2.PLANT, Nagoya Univ.)

E-mail: k_setaka@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

プラズマ中の中性粒子密度は同一圧力においてもガス温度によって大きく変化するため、プラズマ中ガス温度評価は粒子密度を詳細に議論する際に重要である。一方、パルスプラズマにおいてはガス温度が時間とともに変化するため、粒子密度時間変化の評価のためにはガス温度時分解測定が必要となる。ガス温度測定法としては、原子発光スペクトルのドップラー線幅より求める手法、あるいは二原子分子の回転温度から推定する手法があるが、高分解能の分光器が必要となる、あるいは間接的な測定により精度にかけるといった問題がある。一方近年、狭線幅での発振が可能な外部共振器型半導体レーザー(ECDL)を用い吸収分光によりガス温度を直接評価する手法が用いられるようになっており⁽¹⁾、今回我々は本手法を用いて Ar パルスマイクロ波プラズマにおいて Ar 準安定原子を用いたガス温度時分解測定をおこなったので報告する。

2. 実験装置

測定対象のプラズマは Ar パルスマイクロ波プラズマを用いており、真空容器に挿入されたアンテナにマイクロ波電力(2.45 GHz)を投入することで生成される。測定装置の構成を Fig.1 に示す。ECDL 中の回折格子に設置されたピエゾ素子により、Ar 準安定原子の吸収波長である 696.5 nm 付近において~4 GHz の掃引幅での連続的な波長掃引を可能としている。ECDL の出力光は戻り光を抑制するアイソレーターを通過したのちビームスプリッターとミラーにより、波長計、ファブリペロー干渉計(FPI)、プラズマへと分岐される。FPI によって ECDL の単一モード発振、また波長掃引時における周波数掃引幅を確認することが可能である。プラズマを透過したレーザー光の強度はフォトディテクターを用いて計測し、ボックスカー積分器により計測信号を積分することでパルス放電の任意時間におけるガス温度測定をおこなう。

3. 実験結果

パルス周波数 10 kHz, パルス ON 時間 20 μ s, 投入電力ピーク 1 kW, Ar 流量 80 sccm, 圧力 4.5 Pa で生成されたマイクロ波パルスプラズマにおいて、透過ス

クトルの時間変化を測定した例を Fig.2 に示す。放電停止直後($T_{OFF} = 0 \mu$ s)以降、Ar 準安定原子の消滅により吸収が減衰するとともに、吸収線幅も狭くなっており、ガス温度が低下していることがわかる。

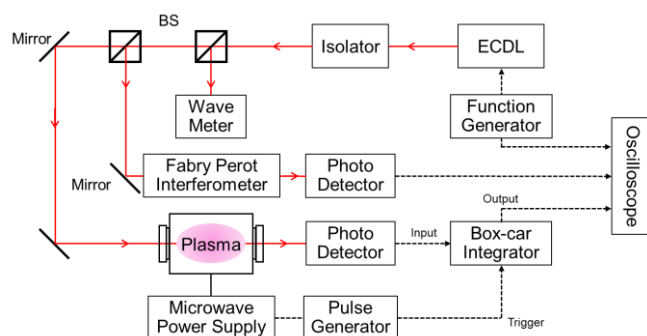


Fig. 1 Experimental setup.

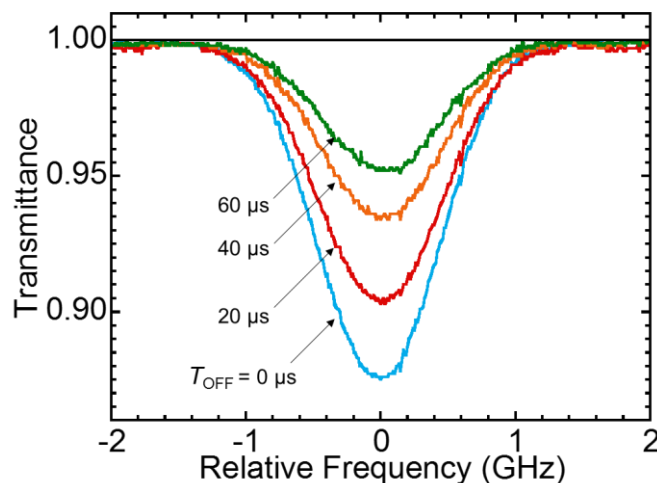


Fig. 2 Ar* absorption spectra after plasma turn-off.

4. 謝辞

本研究の遂行にあたり多大なご協力を頂きました日本大学生産工学部電気電子工学科 荒巻光利准教授に心より感謝いたします。

文 献

- (1) N. Miura, et al., IEEE Trans. Plasma Sci., vol.38, no.9, (2010) 2458.