

## カーリングプローブのパルスプラズマへの応用

## Application of Curling Probe to Pulsed Plasma

中部大工<sup>1</sup>, DOWA サーモテック<sup>2</sup>, ○パンディ アニル<sup>1</sup>, 榊原 渉<sup>2</sup>, 松岡宏之<sup>2</sup>,  
中村圭二<sup>1</sup>, 菅井秀郎<sup>1</sup>

Chubu Univ.<sup>1</sup>, DOWA Thermotech<sup>2</sup>, ○Anil Pandey<sup>1</sup>, Wataru Sakakibara<sup>2</sup>, Hiroyuki Matsuoka<sup>2</sup>,  
Keiji Nakamura<sup>1</sup>, Hideo Sugai<sup>1</sup>

E-mail: anilpandey.only@gmail.com

## 1. はじめに

反応性プラズマにラングミュアプローブを挿入すると、ほとんどの場合に絶縁性薄膜が付着し測定不能になる。このような場合でも電子密度を測定できる新技术として、Fig. 1 の左上に示すカーリングプローブ (CP) を開発した[1]。さらに最近、これに光ファイバーを組み込んで発光分光も同時に行えるオプト・カーリングプローブ (OCP) を発表した[2]。いずれも定常プラズマを対象としてきたが、今回は Fig.1 の右上に示すように放電を ON、OFF して得られるパルスプラズマでも、放電 ON 中の平均電子密度を CP で測定できることを報告する。

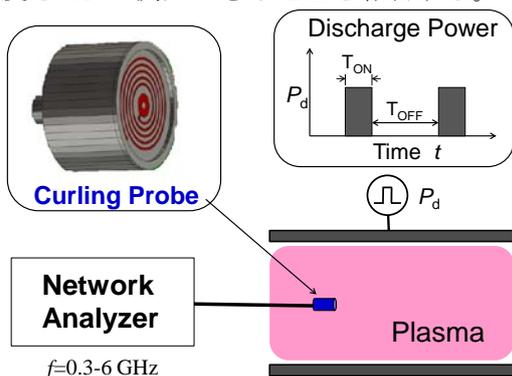


Fig.1 Experimental apparatus.

## 2. 実験結果

初めに、連続放電で生成された定常プラズマにおける CP の周波数スペクトルの例を Fig.2 に示す。ネットワークアナライザー (NWA) で周波数を 800 MHz から 900 MHz まで掃引すると、反射が強く減少する周波数 (共振周波数)

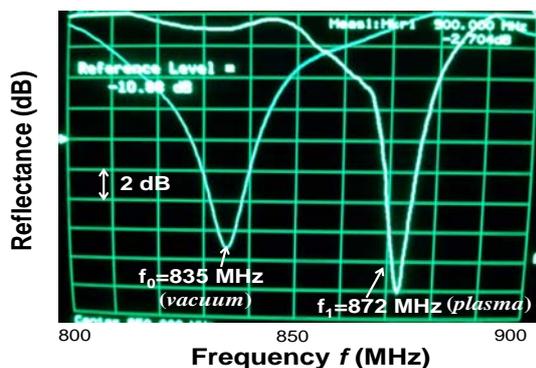


Fig.2 Resonance frequency shift by plasma.

が、放電 ON 時の  $f_0=835$  MHz から  $f=872$  MHz に増加する。これらの共振周波数を GHz 単位で次式に代入すれば、電子密度  $n_e$  ( $\text{cm}^{-3}$ ) が求まる。

$$n_e = \gamma \frac{10^{10}}{0.806} (f^2 - f_0^2) \quad (1)$$

ここで  $\gamma$  はプローブに固有の比例定数である。

次に、パルス放電プラズマの測定例を Fig. 3 に示す。

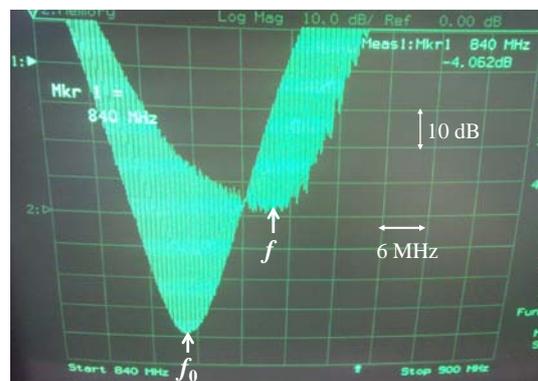


Fig. 3 Example of data for pulsed plasma.

NWA の測定パラメータ (掃引時間、データポイント数等) を、放電の ON 時間・OFF 時間に応じて最適に調整することによって、上図のような多数の不連続的スペクトルから構成される特異なパターンが得られる。このパターンをよく見ると、左側のスペクトル群は  $f_0$  近傍で谷を形成し、右側のスペクトル群は  $f$  近傍に谷をもつ事がわかる。詳細は講演にゆずるが、NWA の測定原理から考察すると、周波数掃引と放電の ON、OFF が同時進行するため、画面上には放電 OFF 時のスペクトルと、放電 ON 時のスペクトルが交互に現れる。そのような NWA の最適設定条件等を明らかにする。

[1] I. Liang, K. Nakamura, and H. Sugai, Appl. Phys. Express **4**, 066101 (2011).

[2] A. Pandey, K. Nakamura, and H. Sugai, Appl. Phys. Express **6**, 056202 (2013).