

電子密度測定用マイクロ波ミニプローブの開発

Development of Microwave Mini-Probe for Electron Density Measurement

中部大工、[○]堀田将也、小川大輔、中村圭二、菅井秀郎

Chubu Univ., [○]Masaya Hotta, Daisuke Ogawa, Keiji Nakamura, Hideo Sugai

E-mail: ee12072-9628@sti.chubu.ac.jp

1. はじめに

マイクロ波共振を利用するカーリングプローブ (CP) は、絶縁膜が付着するような反応性プラズマでもその電子密度を測ることができる。しかし、そのプローブヘッド部は直径と厚みが約 15 mm 程度もあり、例えば狭ギャップ CCP 放電のプラズマの厚さと同程度のため、プラズマに対して大きな擾乱を与える。そこで我々は、プローブのサイズを可能な限り小さくすることを試みた。

Fig. 1 の(a)図は、従来の CP を相似的に小型化したミニ CP であり、外径 3 mm である。(b) 図は厚さ 1.5 mm、幅 4 mm の平板型ミニプローブである。図に見えるスロットアンテナの幅は、(a)が 40 μm 、(b)が 100 μm と微細であり、長さは(a) 47 mm、(b) 78 mm である。

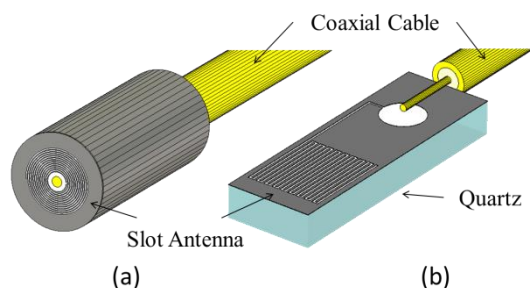


Fig. 1 Structure of microwave mini-probe.

ミニ CP について共振特性のシミュレーションを始めており、アンテナ板が薄いほど感度が向上すること等が明らかになっている。今回は、平板型ミニプローブを試作して実験も行ったので、主にその結果について発表する。

2. 真空中における共振

Fig. 1(b)の平板型ミニプローブと外径 16 mm の従来の CP を用いて比較を行った。Fig. 2 はプラズマなしの真空中における共振スペクトルである。平板型ミニプローブの共振は CP より吸収が大きく、基本モードより二次モードの方が強く共振するのがわかる。観測された共振周波数は、いずれも理論的に予測される値に近い (有限サイズ効果を考慮)。

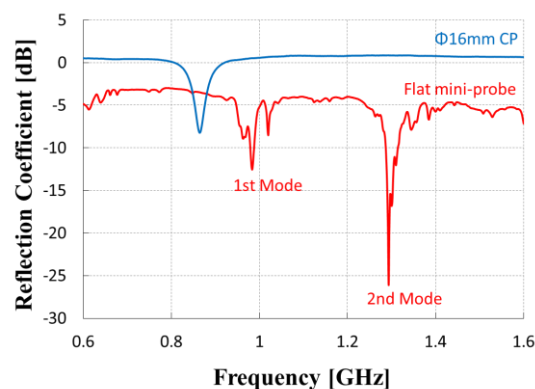


Fig. 2 Comparison of resonance spectra in vacuum.

3. 測定された電子密度

13.56 MHz の ICP 放電で生成された直径 40 cm のプラズマのほぼ中心に、前述の 2 つのプローブ (従来型 CP、平板型ミニプローブ) を挿入して同時測定を行った。Fig. 3 はその電子密度測定の結果である。ここで、平板型については吸収の強い二次モードの共振を用いて測定した。両プローブとも放電パワーに対して同様な依存性を示すが、平板型ミニプローブは低密度に対する感度がカーリングプローブより優れていることが分かる。講演ではこれらの詳細に加えて最新の結果を報告する。

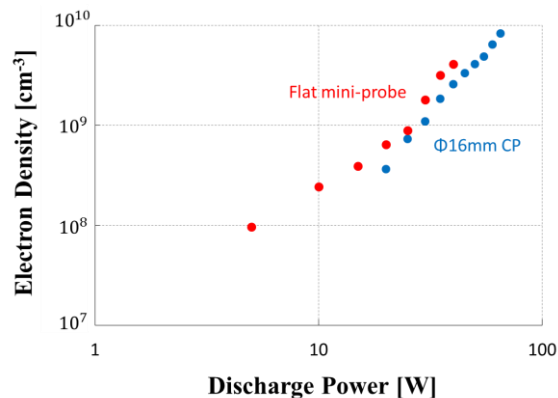


Fig. 3 Electron density measured by two probes.

謝辞: 平板型プローブの製作にご協力頂いた(株)エナックに感謝いたします。