

新しいプラズマ源と診断法の研究

Studies of New Plasma Sources and Diagnostic

東海大学工学研究科 進藤春雄

Graduated School of Engineering, Tokai Univ. Haruo Shindo

E-mail: hshindo@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

1、はじめに

プラズマを利用する技術分野は近年大きな発展を見せている。従来、半導体プロセスへの応用が中心であったが、その後各種の材料プロセスへの応用が図られ、最近年においては、プラズマのバイオ・医療応用への研究が開始されている。このようなプラズマ応用の動向の中で、プラズマ研究の中心課題は①低温高密度プラズマ源の開発、②プラズマ源の大面积化、③大気圧非平衡プラズマ源の開発であり、この動向は現在も続いている。本稿では2つの新しいプラズマ源ならびに診断法の研究を紹介する。

2、大規模直線型マイクロ波プラズマ源

プラズマ源の大面积化は依然今日的課題である。この場合、プラズマ源の単なるスケールアップでは問題解決が困難であり、プラズマ励起電力分布 (power deposition profile) を均一にすることが本質的である。本研究では、大面积プラズマの生成技術の一つとして一様性の高い直線型プラズマの生成技術を提案し、大規模直線型マイクロ波プラズマの生成・制御技術を研究した。すなわち、マイクロ波矩形導波管内の長波長特性を利用し、長さ方向に一様な電力放射を実現することにより、大規模に直線型プラズマを生成するものである。低圧力条件で長さ 2 m の直線型プラズマ^{1,2)}、大気圧条件において 25 cm の直線プラズマの生成を実現している。

3、表面波アフターグローによる低温高密度プラズマ源

新しい低温高密度プラズマ源として、表面波アフターグローによるプラズマ生成技術を提案した。³⁾ 誘電体放電管とプラズマ界面を伝搬する電磁波は放電管の誘電率と周波数で決まる共鳴密度を下限として伝搬が遮断され、その近傍に低温のアフターグローの生成が期待できる。本研究では VHF 帯において酸素アフターグロープラズマの生成を試みた。その結果、放電管下流域において電子温度が急激に低下するアフターグローの生成が確認された。今後、高誘電率放電管の利用等により新しいプラズマ源として期待できる。

4、浮遊型プローブによるプラズマ診断装置

新しいプラズマ源の開発とともに、その特質に合うプラズマ診断法が必須となる。例えば 3 で述べたプラズマ源の診断には従来のプローブ法は使えない。そこで、電流測定を必要としない新しい診断法を提案した。^{4,5)} 本診断法はプローブの浮遊電位を測定対象とし、従来の Emissive Probe を拡張したものであり、絶縁壁容器内プラズマ等各種高周波プラズマの診断に利用できる。図 1 には、本診断法で得た電子エネルギー分布 (EETF) の一例を示した。低 RF パワー条件では Druyvesteyn-like になるが、高 RF パワーでは Maxwell になることが分かる。浮遊状態での EETF 測定は初めてとなる。

【文献】

- (1) 進藤春雄, プラズマ核融合学会誌 **87** 巻, NO.1 PP18 - 23(2011)
- (2) Y.Kimura, H.Kawaguchi, S.Kagami, M.Furukawa and H.Shindo, Applied Physics Express, 2, 126002-1-126002-3 (2009)
- (3) 時枝孝典他, 応用物理学会春季講演会, 16p-A7 - 4, 2012 年 3 月 16 日
- (4) Y. Taniuchi, T. Yamada, M. Isomura and H.Shindo, Jpn. J. Appl. Phys., **51**, 116101 (2012).
- (5) J P Sheehan and N Hershkowitz, Topical Review Paper, Plasma Sources Sci. Technol. **20** 063001 (2011)

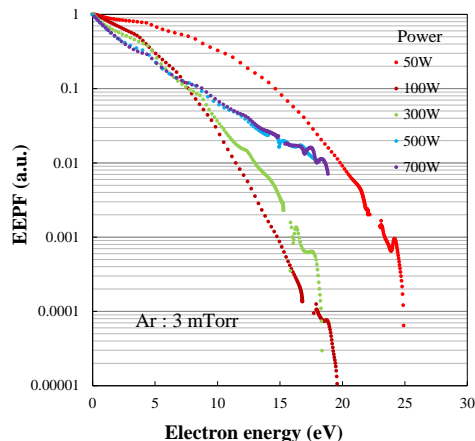


図 1 浮遊状態で測定した電子エネルギー分布の例