

回転磁場を用いたイオン源の開発と計測用中性粒子ビームへの応用 Development of Ion Source by Rotating Magnetic Field and Application to Neutral Beam Injection for measurement

園部宗俊¹ 矢内亮馬¹ 井通暁² 浅井朋彦³
Munetoshi Sonobe¹, Ryoma Yanai¹, Michiaki Inomoto², Tomohiko Asai³

東京大学大学院工学系研究科¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科²
日本大学理工学部物理学科³

Graduate School of Engineering, The University of Tokyo¹
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo²
College of Science and Technology, Nihon University³

1. 背景

中性粒子ビームはプラズマ加熱だけでなくプラズマ計測としても重要な装置であり、荷電交換分光やビームの減衰量による密度計測等が用いられてきた。このような計測用の小型中性粒子ビーム用のプラズマ源として、本研究では新たに回転磁場を用いた方式を提案し、開発を行っている。イオンサイクロトロン周波数よりもはるかに高周波で周方向に回転する磁場を印加することによって、プラズマ生成ならびに周方向電子電流を駆動する本方式は、磁場反転配位などの閉じた磁気面構造を形成できることから、低イオン温度・高密度を実現できるものと期待される。

2. 実験方法

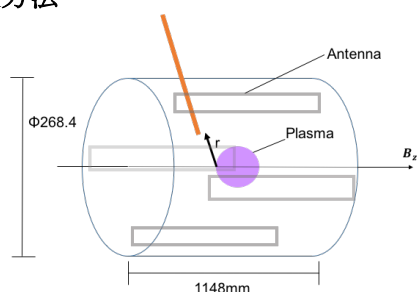


図1 真空容器

図1のような、内径268.4mm、長さ1148mmの金属製真空容器内部に、2相4極のワンターンアンテナを設置した。IGBTを用いたインバータ回路に空芯トランスを介してアンテナと共振用コンデンサを並列接続し、各アンテナに90度ずつ位相のずれた大電流を供給している。

3. 結果

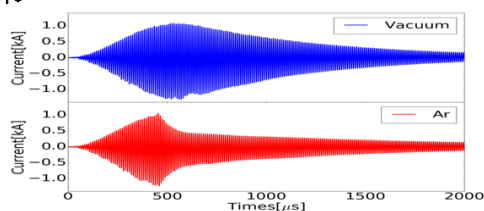


図2 アンテナ電流波形

図2に、真空時およびArプラズマ生成時のアンテナ電流波形を示す。インバータの直流側として3.3mFのコンデンサバンクを用いているため、完全な定常化には至っていないが、1相あたり最大で1kA程度のアンテナ電流を1ms程度の減衰時定数で印加することができる。

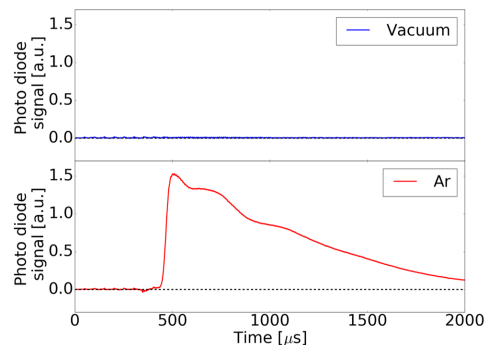


図3 フォトダイオードでの発光の時間発展

図3に、フォトダイオードによって観測した発光の時間発展を示す。回転磁場印加を開始してから0.5ms後にプラズマを発生することに成功したが、同時にアンテナ電流が急激に減少していることがわかる。これは、生成されたプラズマが回転磁場の浸み込みを阻害しアンテナのインダクタンスが減少したことによって共振周波数のずれが発生したものと考えられる。

4. まとめ

以上より、最大アンテナ電流1kAの回転磁場によってArプラズマの生成を確認した。しかしながら、この際アンテナ電流の急激な減少が発生し、その抑制が課題である。今後の実験においては、内部回転磁場計測による回転磁場浸み込みの評価を行った上で、周波数制御によって共振のずれの変化の抑制を目指す。さらに、内部定常磁場計測による閉じた磁気面構造の確認および、電子・イオン密度の計測を行う。