

強力中性子源要素技術開発研究の成果 「加速器入射部性能試験」

Results of R&Ds on International Fusion Materials Irradiation Facility in the
Key Element Technology Phase
[Development of Injector]

渡邊和弘 & NBグループ

原研・那珂

WATANABE Kazuhiro & NB Group
JAERI Naka

1. はじめに

IFMIFでは、加速器入射部として100 keV, 155 mA出力で原子イオン組成比が90%以上、規格化エミッタンスが $0.2 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ 以下の高輝度重水素正イオン源が要求されている^[1]。

原研では、主にイオン源方式の選択という観点から、加速器入射部の開発タスクとして、多極磁場型イオン源^[2]とマイクロ波イオン源の開発試験および低エネルギービーム輸送部(LEBT)の試験を実施した^[1,3,4]。

本報告では、これらの結果について報告する。

2. イオン源の開発試験

小型の多極磁場型イオン源（直径120 mm、深さ122 mm）と、ミラー磁場型マイクロ波（2.45 GHz）イオン源（直径148 mm、深さ280 mm）について、ビーム特性を比較した。試験では軽水素を用いた。ビームの引き出しと加速は、直径12 mmの単孔を持つ2段加速器で行った。2種のイオン源の特性を比較するために、引き出し加速系については、同じものを使用した。表1に、これまで測定したビーム特性についての比較を示す。多極磁場型イオン源では、プロトン比を低下させる要因である高速一次電子をビーム引き出し部に流出させないよう、フィルター磁場や陰極形状を改良した。これらによって、目標のプロトン比90%が得られた。マイクロ波イオン源においても、ほぼ目標に近い87%のプロトン比を得た。エミッタンスについては、多極磁場型イオン源で $0.27 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ を得た。また、フィルター磁場のエミッタンスへの影響は殆ど無いことなどが明らかになった^[3]。現在、マイクロ波イオン源でのエミッタンス測定を行っており、それらの結果を踏まえて方式選択を行う。

3. LEBT

LEBTは、イオン源から引き出したビームを四重極高周波加速器(RFQ)まで導くためのものである。二つのコイルからなる磁場方式について、多極磁場型イオン源と組み合わせる試験を行った。初期試験の結果、 $1/e$ 半値幅60 mmのビームを10 mm程度まで収束できることを確認できた^[3]。一方エミッタンスの増加も観測されており、イオン源との接続、配置などの最適化が今後の課題である。

4. まとめ

多極磁場型イオン源とマイクロ波イオン源の特性比較を実施した。これらの結果を基に、イオン源方式を選択し、次期フェーズにおいては、加速器への適合性を高める性能改良を行っていく予定である。

参考文献

- [1]Office of Fusion Materials Research Promotion, JAERI-Tech 2002-022 (March3,2002).
[2]伊賀他:原研レポート JAERI-Tech 2002-028(2001).
[3]伊賀他:本学会 28pC14P.
[4]渡辺:プラズマ核融合学会誌 78(6)(2002)535-540.

表1 多極磁場型とマイクロ波イオン源の比較

Type Performance	Muliti-cusp	Microwave (Mirror field)
Proton yield	90 %	87 %
Beam current	137 mA (5.6kW) (60 keV)	122 mA(1.4 kW) (60 keV)
Arc efficiency (Power efficiency)	24 mA/kW	87 mA/kW
Emittsnce	$0.27 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ (60keV) (100keV extrapolation $< \sim 0.5 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$)	Under testing