

Present status of the 930-type AVF cyclotron at CYRIC

M.Fujita^{A)}, A.Terakawa^{A)}, T.Endo^{A)}, A.Yamazaki^{A)}, T.Sonoda^{A)}, S.Chiba^{B)}, Y.Ohmiya^{B)},
N.Takahashi^{B)}, A.Matsumura^{B)}, S.Yokokawa^{B)}, H.Okamura^{A)}, T.Shinozuka^{A)}

^{A)} Cyclotron and Radioisotope center, Tohoku University

Aramaki-Aoba, Aoba-ku, Sendai, 980-8578

^{B)} SHI Accerlator Service

5-9-11 Kita-Shinagawa, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-8686

Abstract

Present status of the 930-type AVF cyclotron at cyclotron and radioisotope center in Tohoku university has been reported. A 14.5 GHz electron cyclotron resonance (ECR) ion source made of all-permanent-magnet has been improved in order to increase beam intensity of highly charged ions. A beam chopper and a beam attenuator have been developed. By combination of these equipments, extremely weak beam intensity less than 1fA will be available.

東北大学 930型AVFサイクロトロン の現状

1. はじめに

東北大学サイクロトロン RI センターにおける主力加速器である、930 型 AVF サイクロトロン の現状について報告する。本加速器は 1998-1999 年にかけて更新され、2000 年 3 月に初加速に成功した。その後、イオン源・入射系の整備やビーム輸送系の整備を進め、2001 年度から学内共同利用を再開した。

本報告では、ECRイオン源の改良、入射系ビームチョッパー及びビームアッテネーターの開発について詳しく紹介する。負イオン源の整備と負イオン加速については、遠藤が詳細に報告する予定である。

2. 全永久磁石型 ECR イオン源の改良

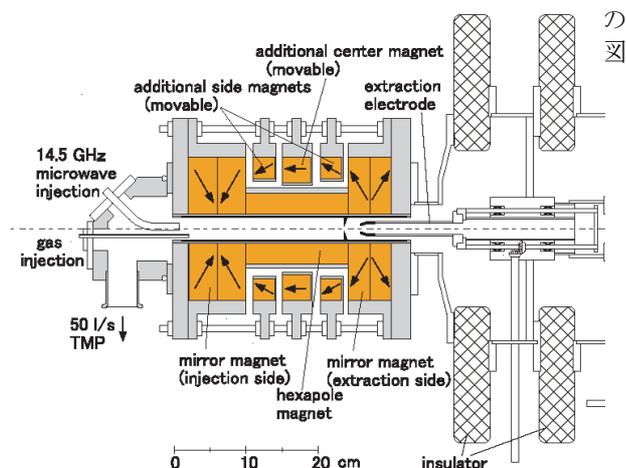


図1: CYRIC全永久磁石型 ECR イオン源の概略図。

20~50 μA 程度の Ar^{9+} ビームの引出しを目標として開発されたが、開発当初は約1/100 程度のビーム強度しか得られなかった。そのためビーム強度の増大、とりわけ多価イオンのビーム強度の増大を図るため、種々の改良を加えてきた。

昨年までに行った改良としては、①イオン源内部のプラズマチャンバー内の真空度を上げるために、小型TMP (50 l/sec) を追加。②可動式の仕切り板を前後に動かすことによってプラズマチャンバーの長さを調整することができるようになった。すなわち、プラズマチャンバーを一種の空洞共振器と見立てて、最もマイクロ波の反射が少なくなるように仕切り板の位置を調整できるようになった。③プラズマチャンバーの内径を32mmから36mmに広げた。これによって壁面での閉じ込め磁場の強さを8052Gaussから10498 Gauss まで上昇させることができた。これらの改良によって、 Ar^{9+} ビームを3 μA 程度まで増強することができた。

今回はこれらの改良に加えて、さらに以下の改良を行った。

1. ガス導入側のミラー磁場発生用マグネットに磁極を追加して、ミラー磁場の増強を図った。これによってミラー磁場の強度を1.0Tから1.2Tに増強することができた。

2. バイアスディスクを製作し、ガス導入側から挿入できるように改造した。

これらの改良について、現在テストを行っている。本発表では、これらのテスト結果について詳細に報告する予定である。

3. 入射系ビームチョッパーの改良とビームアッテネーターの開発

サイクロトロンから取り出されるビームは、その加速周波数に応じた間隔毎にビームバーストを形成

している。ビームバースト間隔を広げるためにビーム間引きを行う装置として、ビームチョッパーが用いられる。これまでは、最大10kHz で動作するビームチョッパーが入射系に設置されていた。動作する周波数がサイクロトロン加速周波数と比べて充分低いため、このビームチョッパーはサイクロトロンからのビームをDCビームと見なして、これをON/OFFするために用いられてきた。

今回、NF回路設計ブロック社の高速バイポーラ電源(HSA4101)を導入した。これにより、DC-10MHzにわたる広い範囲でのビーム間引きが可能となった。現状では、サイクロトロンにおいて完全なシングルターン取り出しが実現されていないため、ビームのこぼれが見られるが、シングルターン取り出しが実現できれば任意に割合でビーム間引きが行うことができる。

イオン源の出力やビームライン上のスリットの調整によって、ビームライン末端のビーム電流を0.1

enA 程度まで絞ることができる。そこからさらに1/100000 以下にビーム強度を弱めるための装置として、ビームアッテネーターを開発中である。入射系のビームライン上に、穴の開いた金属板を挿入し、ビームラインの断面積に対する孔の面積の比に応じてビームを減弱させるものである。現在、1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000, 1/100000 の5種類のアッテネーターを製作している。

これらのアッテネーターと先に述べたビームチョッパーを組み合わせることによって、1/10000以下の任意のアッテネーションも実現することができる。

参考文献

- [1] A.Yamazaki, *et al.*, Rev. Sci. Instrum. 73(2002)589
- [2] G.Ciavola, *et al.*, Proceedings of the 12th International Workshop on ECR ION SOURCES (1995)156