

# SURFACE NEGATIVE ION SOURCE WITH ECR DISCHARGE

A. Takagi and Y. Mori

National Laboratory for High Energy Physics(KEK)

Oho 1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305, Japan

## Abstract

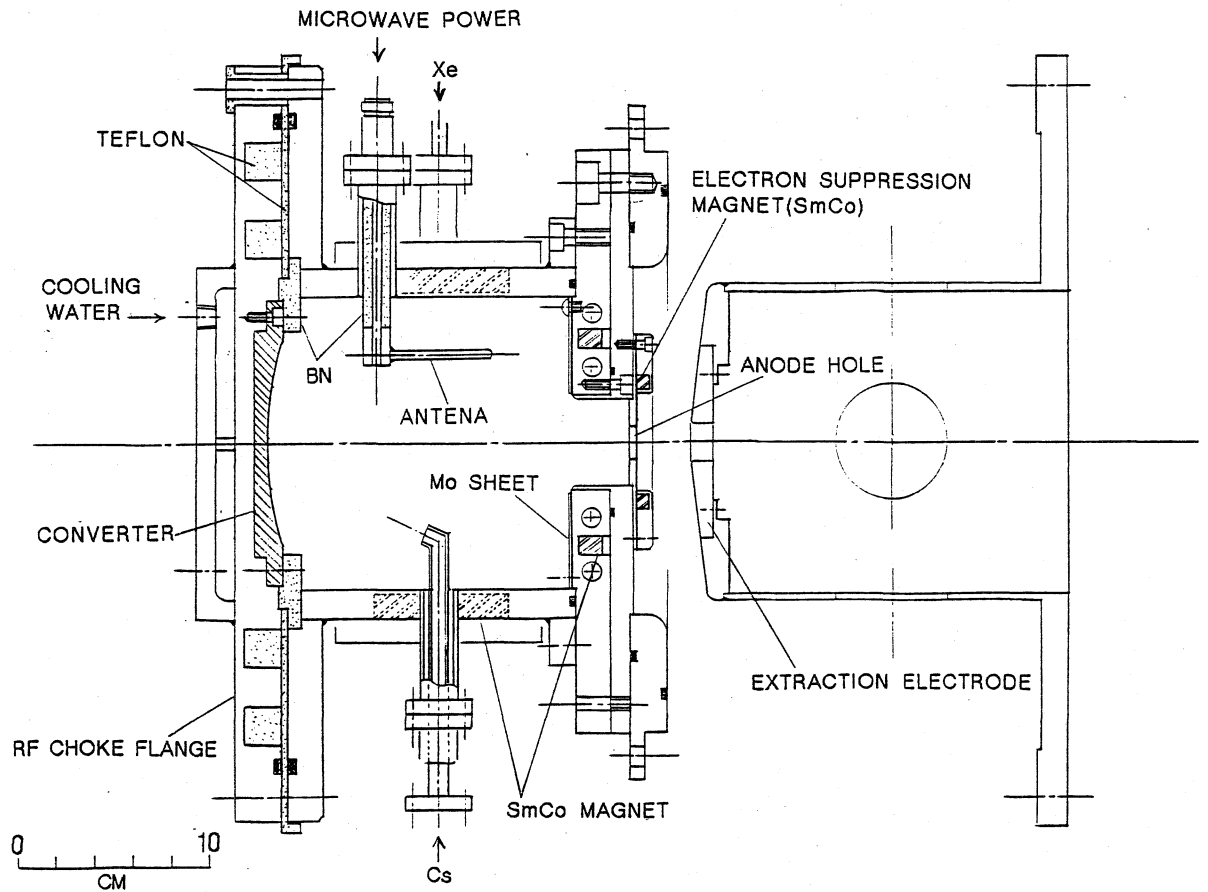
A surface negative ion source with ECR discharge has been developed at KEK. A microwave(2.45GHz, 1.5-2kW)-discharge plasma was produced in a multicusp negative ion source without filaments. In preliminary experiments, a beam current of 8 mA for  $\text{Cu}^-$  was obtained in pulsed mode operation

## 1. はじめに

高エネルギー物理学研究所で開発されたカusp負重イオン源(BLAKE-I I)は、ほとんどすべての金属の負イオンを生成できる<sup>1) 2)</sup>。このイオン源はカusp磁場閉じ込めを利用して効率の良いプラズマをつくり、そのプラズマによるスパッタリングと表面生成効果によって高強度の負イオンを生成している。このイオン源はLaB<sub>6</sub>フィラメントを使用して長寿命を実現しているが、材質の機械的弱さや電流導入部の冷却、スパッタ物質の付着による性能劣化などの問題があった。このような熱陰極放電に対して最近マイクロ波によるECR放電が広く応用されてきており、イオン源に応用した場合にはフィラメントが無いのでイオン源の長寿命化や保守作業の簡素化が期待される。KEKではこのECR放電を表面生成型の負イオン源に応用し高強度のECR表面生成負イオン源を開発した。このイオン源の概要と特性について述べる。

## 2. ECR表面生成負イオン源の概要

第1図にECR表面生成負イオン源の構成を示す。イオン源の円筒容器は内径150mm x 長さ150mmのSUS製で、マイクロ波導入、セシウム蒸気導入、キセノンガス導入およびのぞき窓用のポートが取り付けられている。また容器の壁内には12個のSmCo磁石が配置されており、アノードフランジはCu製でこれにも6個のSmCo磁石が埋め込まれている。これらのSmCo磁石によってプラズマを閉じこめている。コンバータフランジは円筒容器とは電氣的に絶縁されて取り付けられている。その際にマイクロ波の漏れを防ぐためにRFチョークフランジ構造が施されている。コンバータ電極はコンバータフランジ面にネジ止めされており交換可能な構造となっている。コンバータ電極表面にはセシウム蒸気を付着させ、これによりコンバータ電極表面の仕事関



第1図 ECR表面生成負イオン源構成図

数を低下させて負イオンの生成を行う。コンバータ電極には $-0.5 \sim -2 \text{ kV}$ の電圧が加えられており電極表面上のイオンシースで負イオンの加速が行われる。アノード孔は直径 $16 \text{ mm}$ であり負イオンと共に電子もこの孔から引き出される。引き出される電子はイオン源のプラズマからのものでコンバータ電圧によらずほぼ一定である。セシウム導入前は約 $1 \text{ A}$ あった電子ローディングはセシウム導入後には半減するが、電子抑制マグネットをアノード孔に取り付けることによって殆どの電子を取り除いている。

マイクロ波電力は $2.45 \text{ GHz}$ のマグネトロンから供給される。マグネトロンとイオン源の間にはアイソレータ、モニター信号用方向性結合器及びスタブチューナが接続されている。スタブチューナによってマイクロ波の反射が最小になるように調整してプラズマとの整合をとる。マイクロ波出力  $2 \text{ kW}$ 、ガス流量  $0.2 \text{ CCM}$ 、コンバータ電圧  $-500 \text{ V}$ の時、デューティ $0.1\%$  ( $2 \text{ Hz}$ 、 $500 \mu\text{sec}$ 幅)のパルス動作で約 $8 \text{ mA}$ の $\text{Cu}^-$ ビーム強度が得られている。

### 3. 動作特性

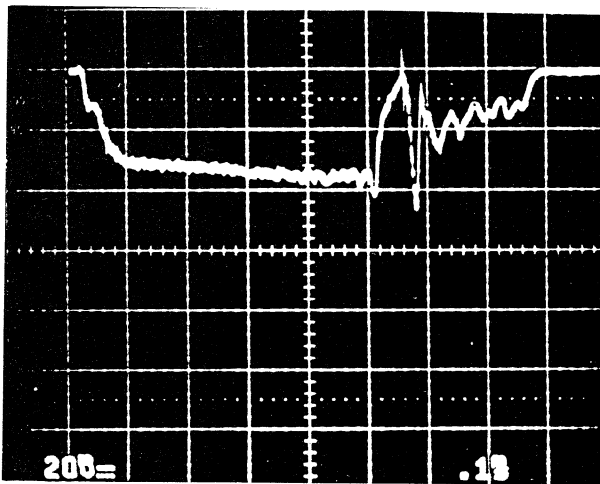
ビーム強度の測定はファラデーカップで行った。ビームに含まれる電子成分は引き出した直後とファラデーカップの前にある永久磁石によって完全に除去されている。第2図に示すようにセシウムの導入後では負イオンビーム強度は大幅に増大する。現状ではマイクロ波導入部の過熱や引き出しビームの飽和現象がみられるので、さらに高デューティでの安定な動作を確保するためには引き出し系とマイクロ波導入系の最適化が必要である。

### 4. まとめ

E C R放電によって十分なプラズマ密度が得られ、負イオンの表面生成が問題なく行われ、ビーム強度8 mAのCu<sup>-</sup>イオンが引き出された。マイクロ波導入系を改良することによって、高デューティからD C運転まで可能である。

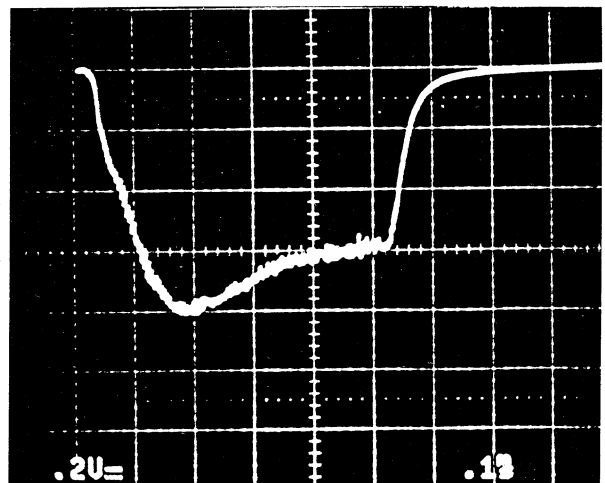
### References

- (1) Y. Mori, G. D. Alton, A. Takagi, A. Ueno and S. Fukumoto, Nucl. Instr. and Meth. A273(1988)5.
- (2) Y. Mori, A. Takagi, A. Ueno, K. Ikegami and S. Fukumoto, Nucl. Instr. and Meth. A278(1989)605.



V:0.2 mA/div., H:0.1 msec./div.

(A) Cs導入前



V:2 mA/div., H:0.1 msec./div.

(B) Cs導入後

第2図 セシウム導入によるビーム強度の変化 (ビームエネルギー: 30 keV)