Spectra of ICR-resonated species in sheet plasma

シートプラズマを用いたICR加熱による共鳴イオンのスペクトル

Yuko HIROTA

Department of Nuclear, School of Engineering,

Tetuya MIKURINO and Kenzou NANRI

Department of Physics, School of Science,

Eiji YABE and Kazutaka KAWAMURA and Kazuo TAKAYAMA

Institute of Research and Development,

Tokai University, 1117Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-12 Japan

TEL:81-58-1211(EX.5305), FAX:81-58-1203

(Accepted for publication 8 November 1996)

The fundamental study on the isotope separation in the sheet plasma by using ion cyclotron resonance has been carried out. The newly designed orifice is used to reduce the electron density in sheet plasma, the results, however, indicate only the separation between the different species.

Key words : sheet plasma, orifice, ICR

I INTRODUCTION

シートプラズマとイオンサイクロロン共鳴法(ICR)を用いての同位体分離の基礎的実験を行った。シートプラズマは、プラズマの厚さがイオンのラーマー半径のおよそ2倍、2mm程度まで薄くした板状のプラズマである。電子とイオンのラーマー半径の違いから中心に電子、外側にイオンが多く存在し、電位勾配を持つことが特徴である。このようなシートプラズマにRF電場を印加し、ICRによりイオンを選択的に検出させようとする試みは、この電位勾配のためこれまで成功しなかった。

そして今回の実験では、ダブルスリット型オリフィスシートを用い中心部の電子を取り除き、プラズマの電子密度を低くすることでICR加熱の効果を引き上げる試みを行った。

II EXPERIMENTAL

A. Production of sheet plasma

rf電場プラズマ源には、TP-D (Test Plasma Produced by DC Discharge)型プラズマ源 (Fig. 1 参照) を用いた。直流放電により作られたプラズマは、陽極にあけた縦2mm、横20mmの

スリットから差動排気によって、シート上に生成されて実験領域に噴出する。

実験領域ではシートプラズマを挟むように配置した平行平板電極(幅10cm、長さ20cm)によりrf電場を印加してICRを観測した。

rf電源は周波数可変範囲20kHzから220kHz最大電圧V_{p-p} = 40Vを用いた。

ICRを起こしたイオンは次第にラーマー半径が大きくなり、rf電極に衝突する。したがって平行平板電極とアース間に接続した抵抗を流れる電流を測定することにより共鳴イオンを検出する。

FIG.1. Experimental apparatus.

B. Orifice with double slits

オリフィスとはシートプラズマの電子密度を下げる目的で考案された。2つのスリットが付いた金属板と絶縁板とで構成され、陽極の後ろ側に設置する。(Fig. 2 参照) シートプラズマの電子は中心部に分布している為、シートプラズマがオリフィスを通過する際に、イオンは2つのスリットから通過するが、電子はスリットの間の金属板によって取り去られる仕組みとなっている。

オリフィスを設置し、プラズマの密度を低くすることで ICR 加熱の効果を引き上げている。

FIG.2.The construction of the orifice with double slits.

C.Measuring method

本実験では放電ガスとして、Ar を用いた。

放電領域のガス圧は $\sim 10^{-3}$ [Torr]、磁場は 199 [G] で一定とし、実験領域のガス圧は $\sim 10^{-7}$ [Torr]、磁場の強さは中心軸上において、1386 [kG] から 2464 [kG] まで変化させた。RF 電場の電圧は 40 [V]、周波数は 20 [kHz] から 220 [kHz] まで変化させた。

イオンの質量数によって共鳴周波数が異なることを利用し、実験領域の磁場を変化させたときの共鳴周波数の推移によりイオン種を特定する。

III RESULT

期待されていた同位体分離は検出されず、イオン種の分離にとどまっている。

質量の軽いものほど低周波よりに検出されることを考え、理論値との比較で Fig.3 を見ると、検出されたイオンは低周波より順次に、Ar、N、O、 H_2O であることがわかる。

それぞれの値は理論値よりも高周波よりによそ 10 kHz シフトしている。これはシートプラズマ内での電場による影響を受けているために理論値よりも大きく出ると予想される。

FIG.3. Relation between the resonance frequency and the magnetic field strength at the resonance peak.

REFERENCE

1 K.Nanri,M.Matsumura,and M.Homma,N.Kinoshita
E.Yabe,K.Kawamura,and K.Takayama;

IX International Conference on Ion Implantation
Technology

'96 SAS Intelligent Symposium