

線形四重極RFイオントラップ装置を用いたキセノン放電プラズマの閉じ込め

Confinement of Xenon discharge plasma in a linear quadrupole RF ion trap device

横山 達郎¹, 渡部 政行²

¹Tatsuro Yokoyama, ²Masayuki Watanabe

日大院量子¹, 日大量科研²

¹QST-Nihon Univ, ²IQS-Nihon Univ

1. イオントラップ

イオントラップとは電磁場を用いて荷電粒子を空間中に捕捉する技術の総称である。荷電粒子を捕捉するためには、静電場のみでは捕捉できないことがアーンショウの定理により証明されている。したがって、荷電粒子を捕捉するためには、2種類以上の場が必要となる。主なイオントラップの種類としては、「静電場と静磁場」を用いたPenning Trapと「静電場と高周波電場」を用いたRF(Radio Frequency) Trapがある。Penning Trapの特徴は、低エネルギーの荷電粒子をローレンツ力により多量に閉じ込めることが可能であるが、1T程度の強磁場が必要になるため装置が大型になってしまう等の欠点がある。一方、RF Trapは高周波電場で起こってしまうRF加熱により中心部以外では低エネルギー状態で荷電粒子を捕捉することができない。しかしながら、比較的簡単に荷電粒子を捕捉できることや装置の小型化が可能であるため、本研究ではRF Trapを用いてXeイオンの閉じ込め実験を行っている。また本研究では多量の荷電粒子を閉じ込めることを研究の目的としているため、軸上に荷電粒子を並べることができる線形四重極RFイオントラップ装置を用いて実験を行っている。Fig 1. に本研究で用いている実験装置の概略図を示す。

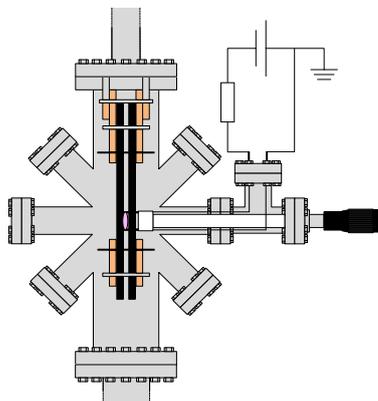


Fig 1. 実験装置図

2. 荷電粒子の生成方法

本研究では、①電極放電、②熱電子放出、③放射線源を用いて荷電粒子の生成を行っている。今回の実験では多量の荷電粒子を捕捉することを目的としているため、電極放電を用いて荷電粒子の生成を行った。電極放電部（タングステン）と四重極ロッド（ステンレス）の間で放電が起きないように四重極ロッドに熱収縮チューブを巻いて荷電粒子を生成するための放電を形成している。

3. 荷電粒子の観測方法

本研究では、RF共鳴吸収法を用いて荷電粒子の観測を行っている。RF共鳴吸収法とは、荷電粒子が固有の周波数電場を吸収する性質を用いた荷電粒子の計測方法である。ここで荷電粒子の振動周波数を f_i 、LC並列共振回路の共振数周波数を f_0 、またイオン検出用のファンクションジェネレータの周波数を f_p としたとき、 $f_i = f_0 = f_p$ の条件になった時に検出用の交流電圧 v_p を荷電粒子が吸収し、電圧が減少することで、荷電粒子が捕捉したことが確認できる。交流電圧 v_r は荷電粒子を捕捉するための電圧であるため荷電粒子を観測する時に影響を与える。そのため、LC直列回路で軽減させている。ポスターでは、プローブなどを用いた荷電粒子の密度や温度なども発表する予定である。

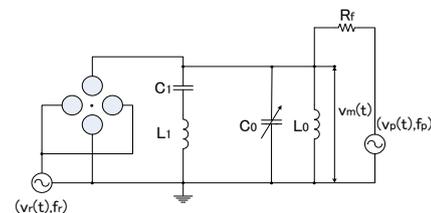


Fig 2. RF共鳴吸収回路の概略図

4. 参考文献

[1]依田 潤, 杉山 和彦:「トラップされたイオンの電氣的・光学的検出」, レーザー研究, 第22巻, 第5号, pp3-14, 1994