

RF共鳴吸収法を用いた様々な生成法によるXeイオンの蓄積計測

Accumulation measurement of Xe ions
by various generation method using the RF resonance absorption method

長田康志¹、渡部政行²

Y.Nagata¹, M.Watanabe²

日本大学大学院量子理工学専攻¹、日本大学量科学研究所²

QST, Nihon University¹, IQS, Nihon University²

1. イオントラップ

イオントラップとは電磁場を用いて形成されるポテンシャルによって荷電粒子を空間的に捕捉する技術の総称である。1950年代後半、Wolfgang Paulにより質量分析への応用を目的としたイオントラップの研究が開始された。1970年代後半にはレーザー冷却法が実用化され、極低温状態で閉じ込められたイオンは量子的に強く振る舞うことから、周波数標準や量子計算機など様々な応用研究が展開されている。

イオントラップで荷電粒子を閉じ込めるためには2種類の場合を用いる必要がある。場合の組み合わせとして「静電場と静磁場」の組み合わせを用いる Penning Trapと「静電場とRF電場」の組み合わせを用いる Paul Trapがある。本研究では多種もしくは多数個のイオンを閉じ込めることでプラズマの集団的振る舞いやその特性を調べることを目的とし、多数個の荷電粒子を均等に閉じ込めることができる線型四重極RFイオントラップを用いて荷電粒子の閉じ込め実験を行っている。

2. 線型四重極RFイオントラップ実験装置

本研究で用いる線型四重極RFイオントラップは直径10mm、長さ300mmのロッドを4本平行に間隔12mmで設置し、四重極ロッドが作る径方向のポテンシャルとロッド両端に設置したリング電極の軸方向のポテンシャルで荷電粒子を閉じ込める。軸方向の閉じ込め領域は147mmである。

荷電粒子の生成法として電子ビームによる電離が一般的である。本研究では幅広い圧力領域において荷電粒子の生成を可能にするために、電子ビームに加え電

極放電、放射線源を用いてイオントラップ内に荷電粒子を生成し、荷電粒子の捕捉実験を行っている。

3. RF共鳴吸収法によるイオン蓄積量計測

本研究ではイオントラップ内に蓄積された荷電粒子を観測するためにRF共鳴吸収法を用いる。RF共鳴吸収法は電気回路の共鳴現象を用い、捕捉された荷電粒子の運動周波数と一致する高周波の電場エネルギーをイオンが吸収する性質を用いてイオンの捕捉を確認する方法である。RF共鳴吸収法で用いた回路系の概略図をFig.1に示す。コイル L_1 、コンデンサ C_1 で構成された直列共振回路は四重極ロッドに印加した荷電粒子閉じ込め用電圧 $v_0(t)$ のRF共鳴吸収法用回路への影響を軽減するための回路である。またコイル L_0 、コンデンサ C_0 で構成された並列共振回路は荷電粒子からの信号を観測するための共振回路であり、その共振周波数 f_0 はイオンの共振周波数 f_{ion} 及びRF共鳴吸収法の回路系に印加する周波数 f_p に共振するように調整しなければならない。イオンの蓄積量等に関してはポスターで報告する。

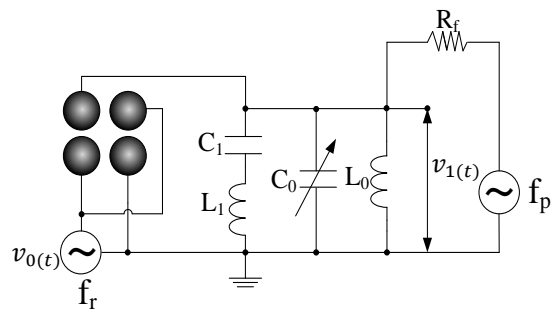


Fig.1: Circuit system for RF resonance absorption method.
fr: Frequency applied to the rod. fp: Frequency applied to the circuit.