

RF共鳴吸収法を用いた

線型RFイオントラップ内の蓄積イオン計測

Measurement of accumulation ion in the linear rf ion trap by rf resonance absorption method

長田康志¹、木方康一郎¹、渡部政行²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

Y.Nagata, K.Kihou (QST, Nihon Univ.), M.Watanabe (IQS, Nihon Univ.)

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である。イオントラップは 1950 年代に Wolfgang Paul が質量分析への応用を念頭にイオントラップの研究が進められた。1970 年代後半にはレーザー冷却が一般実用化されるとイオンの高分解能分光実験が活発に行われ、現在では周波数標準や量子計算などの応用に用いられている。

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。ここで荷電粒子の閉じ込めに用いられる場の組み合わせとして「静電場と静磁場」を用いる Penning Trap と「静電場と RF 電場」を用いる Paul Trap または RF Trap がある。本実験では後者の一種である線型四重極型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。線型四重極型 RF トラップを用いた理由として一般的な RF トラップではごく少数の荷電粒子を 1 点にしか閉じ込めることしかできないのに対して、線型四重極 RF トラップでは複数個の荷電粒子を線状で均等に閉じ込めることが可能であるという利点と荷電粒子の蓄積量や蓄積時間が計測しやすい利点があるためである。

イオントラップ内の蓄積された荷電粒子を観測するにはトラップされた荷電粒子の電氣的性質を利用してそのトラップされた荷電粒子の捕捉を確認する RF 共鳴吸収法とプラズマ中に電場を印加することによって現れる禁制線に同じ波長のレーザー光を当て、荷電粒子が放射する蛍光を観測する方法のレーザー誘起蛍光法がある。本実験では RF 共鳴吸収法を用いてイオンの捕捉を確認する

ことを目的とした実験を行っている。その理由として、RF 共鳴吸収法は捕捉されたイオンの運動周波数と一致する高周波の電場の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比較的簡単な方法だ。

RF 共鳴吸収法で用いた回路系の概略を Fig. 1 に示す。ここで f_r とは線型四重極ロッドに印加する周波数であり、 f_p とは RF 共鳴吸収法の回路系に印加する周波数である。コイル L_0 、コンデンサ C_0 で構成される並列回路の共振周波数 f_0 はイオンの共振周波数 f_{ion} と 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。また、コイル L_1 、コンデンサ C_1 で構成される直列回路は閉じ込め用の rf を除去するための回路である。

荷電粒子を閉じ込めた場合の RF 共鳴吸収法の結果と考察について講演にて報告をする。

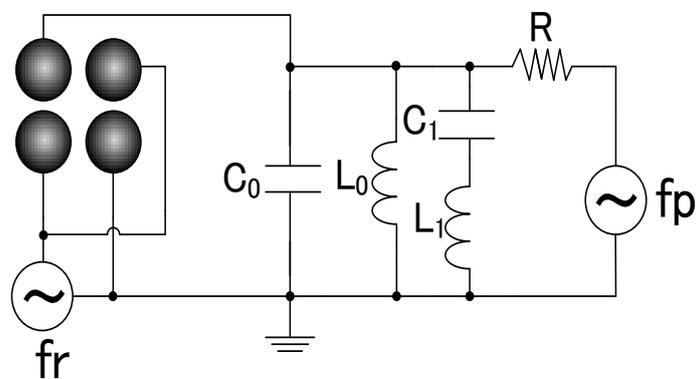


Fig1: Circuit system for rf resonance absorption method. f_r : Frequency applied to the rod. f_p : Frequency applied to the circuit.