

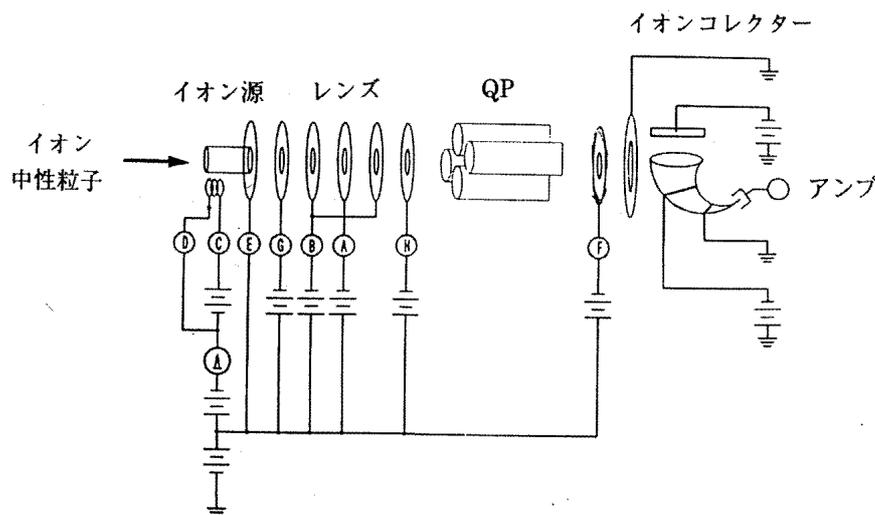
多価イオンと固体表面の相互作用観測のための予備実験

電子物性工学科 山田千樫研究室 鈴木 賢

[実験目的]

多価イオンが固体表面と衝突する際に放出する二次イオンや二次粒子は幅広いエネルギー範囲を持っており、また質量数の大きいクラスターなども放出するといわれているため、それらの二次粒子を観測するためには幅広い測定レンジを持ち高分解能である質量分析器が必要となる。したがって、本実験の目的は、多価イオンで実験する前段階の予備実験として四重極型質量分析装置(Q-mass)のレンズ系の電源回路を製作し全体的な装置の立ち上げと性能評価を行った。

[実験装置]



四重極型質量分析器装置(Q-mass)は上の図のような構造になっていて四重極(quadrupole)と呼ばれる四本の丸い棒状電極が互いに平行に精度よく取り付けられてあり、この電極構造の一端にイオン化室、イオン収束レンズ、他端にイオンコレクターがある構造になっている。

- ・イオン化室

イオン化室は中性粒子を質量分析するために必要となるもので、その場合には、フィラメントに電流を流して熱電子を飛ばし中性粒子をイオン化してからQ-massで質量分析する。しかし、測定したい粒子がもともとイオンである場合にはイオン源は使用されない。

- ・収束レンズ

イオン収束レンズは生成され引き出されたイオンがそのまま広がっていくのを防ぎ、収束させて効率良く四重極の入口に入射させるためのもので、質量分析時の分解能の向上に必要となる。

- ・四重極(quadrupole)

四重極はそれぞれ向かい合った二本の電極に直流電源と交流電源をあわせて加えてある。この直流電源と交流電源の比を一定に保ちながら、どちらかを変化させてやることで順にイオンがコレクターに入り、スペクトルが得られることになる。質量分析での分解能は粒子がこの四重極を通過する時の運動エネルギーに深くかかわっている。したがって、分解能をあげてやるには四重極内を通過する粒子のエネルギーを適切な値にしてやる必要がある。また、Q-massには、ポールバイアスと呼ばれるもので四重極の中心の電圧を変化させてやることのできる機能があるため、高エネルギーの粒子が四重極内に入射する場合でも、中心電圧を上げてやり減速させてやることで適切なエネルギーに変えてやることのできる。

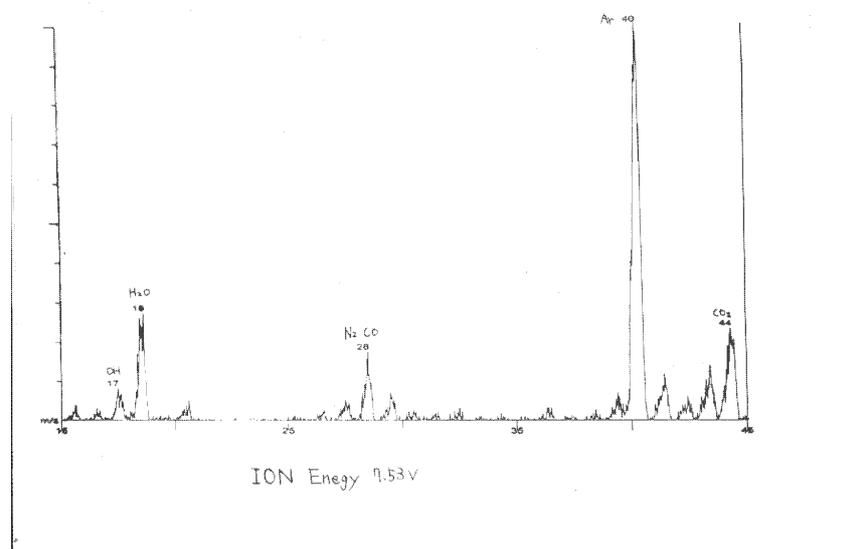
[実験内容]

まず最初に、我々の製作したレンズ系コントロール電源が正常に作動し、Q-massで適切な質量分析を行うことが可能かどうかを確認するために、真空チェンバー内にアルゴンガスを吹いた状態で残留ガス分析を行った。

次に高エネルギーを持ったイオンでもこのQ-massで質量分析することができるか調べるために、残留ガス分析で、イオン化室のポテンシャルを上げ高エネルギーのイオンを生成してマススペクトルを観測した。

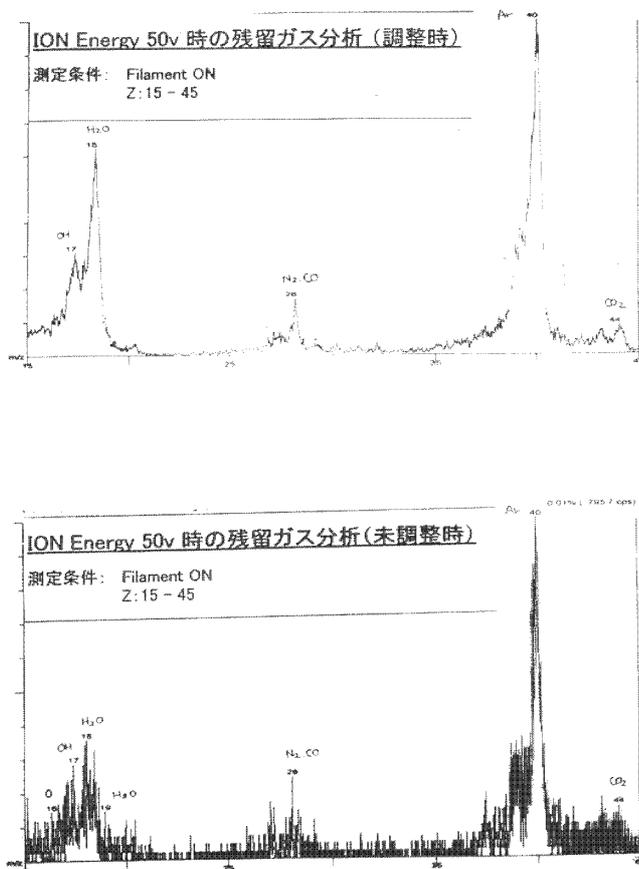
[実験結果]

データ1



イオンエネルギーが7.53Vで残留ガス分析を行った時のマススペクトルである。吹きかけたアルゴンガスが一番多く、他に水、窒素、などが確かめられたことによりレンズ系電源が正常に動くことが確認できた。

データ2



上はイオンエネルギーを50vにしてレンズ系やポールバイアスを調整して測定したもので、下は同じく50vで何の調整も行わず測定したものである。上のスペクトルは下図と比較して大きく改善されており更に調整をすすめることで高エネルギー粒子の測定にも用いることができると思われる。

[まとめ]

我々の製作したレンズ系コントロール電源を使用してQ-massで残留ガス分析を行った結果正常動作の確認ができた。

高エネルギーイオンの観測を想定し行った残留ガス分析では、レンズ系などの設定項目の調整が不十分な現状でもある程度の結果を得ることができた。今後更に調整をつめていくことにより多価イオンを用いた実験で使用できると思われる。