

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 小林 延行

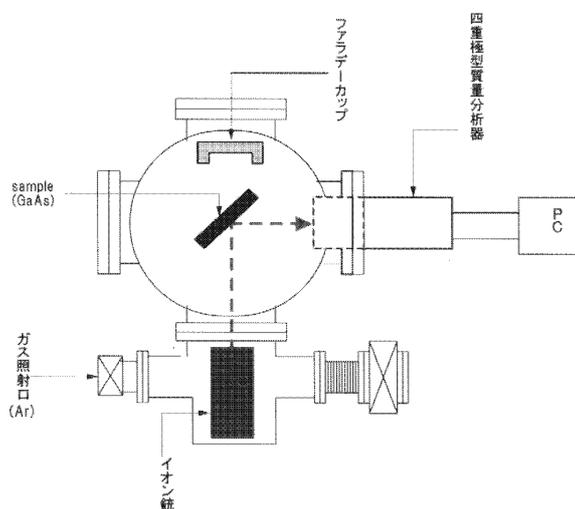
1. はじめに

多価イオンは中性原子から束縛されている複数の電子を剥ぎ取った状態であるために、大きな内部エネルギーを持っている。その大きな内部エネルギーを持つ多価イオンを固体表面にちかづけると、相互作用として固体表面の電子は多価イオンから静電的な力を受け、二次イオンや原子を放出させるスパッタリング現象などがいくつか報告されている。

2. 実験内容

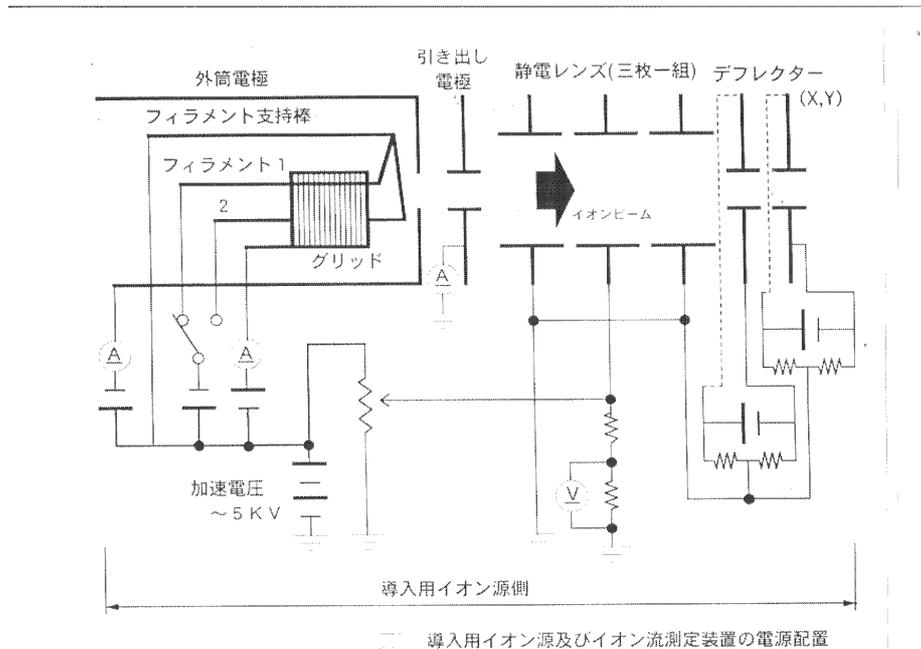
本実験では、多価イオン照射による予備実験として、多価イオン発生装置(EBIT)に接続するための真空チャンバーを作製し、そこにイオン銃、四重極型質量分析器(Q-Mass)を取り付け、固体表面からの粒子放出を調べる装置を立ち上げた。

3. 実験装置図



4. このときにイオン源として使用した小型希ガスイオン銃の原理と構成

イオン銃の回路図



原理

- ・ 電子衝突による電離
- ・ グリッドからフィラメント間に電圧をかけることで、熱電子が飛び出す。このときに蒸気化した物質が熱電子と衝突することによって、電子が剥ぎ取られて電離する。この方法は熱電子を制御することでイオンの量を制御できるので本実験ではこの方法を用いた。生成されたイオンは引き出し電極によって外部へ引き出される。
- ・ 静電レンズとディフレクターによる集光
引き出されたイオンはそのまま広がっていくので集光させるために静電レンズを用いた。これは、電圧をかけることによって光に対する光学レンズと同等にイオンに対してレンズ効果を得ることができる。
このディフレクターは入射してくるイオンに対して、垂直な平面の軸を調整するものである

導入した小型ガスイオン銃の性能評価の方法

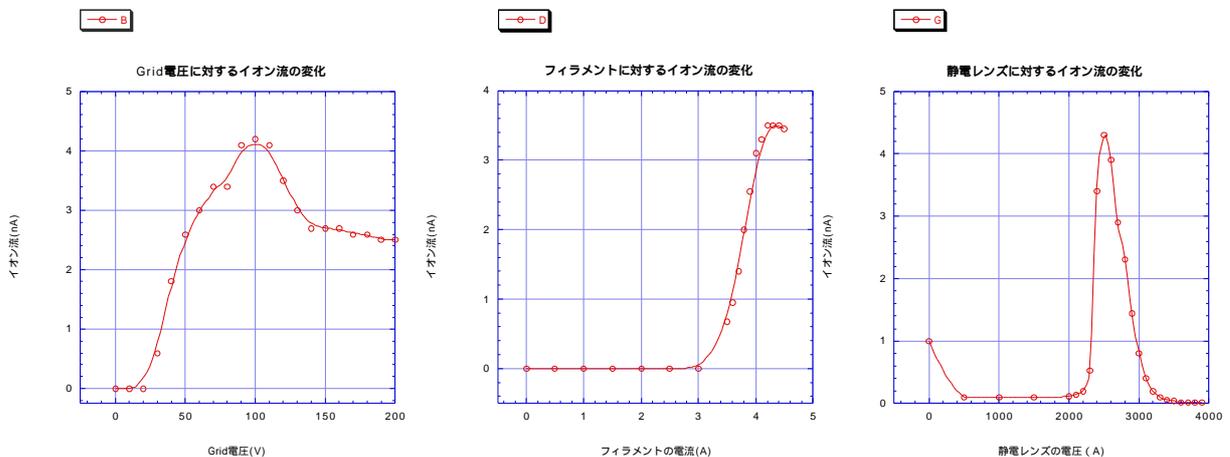
- ・イオン流の変化
- ・イオンが導入したイオン源よりどの様に導出されるかを Ar ガスを吹き込み、
- ・グリッドの電圧
- ・静電レンズの電圧
- ・フィラメントの電流

これらの値に対するイオン流の変化を測定してみた。

測定条件は、加速電圧 4 kv

イオン化室の真空度 4×10^{-6} torr

になるようにアルゴンガスを吹き込ん



- ・グリッド電圧を上げていくとある一定の値で最大となりそれ以降は減少している。
 - ・静電レンズのグラフがこのようなになったのはファラデーカップに入るイオンの焦点が合わず、イオン流が減少していると考えられる。
 - ・フィラメントを上げることで熱電子の量が増加しイオン流が増えると考えられる。しかし、それと共にフィラメントの温度も上昇するのでフィラメントが切れないように注意しなければならない
- これらのデータよりファラデーカップで流れる最大のイオン流は

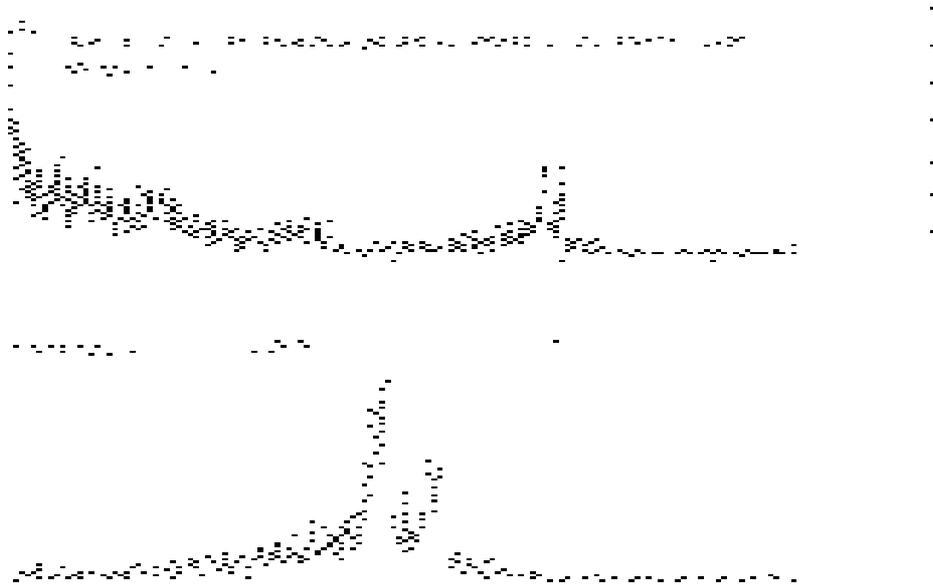
グリッド電圧 110v

静電レンズ 2500v

フィラメントに流す電流 4.5A

で約 4.4nA 流れた。

5 . この希ガスイオン銃を用いて Ar イオンを生成し GaAs 表面に照射し Q-Mass で質量分析を行った。



GaAs 表面から二次放出イオンが観測され、質量 70 付近に変化が見られることにより Ga イオンだと思われる。
このスペクトルで左にすそが広がっているのは運動エネルギーが大きいためであると思われ、Q-Mass の調整が不十分であった。

6 今後の展望

アルゴン(Ar)キセノン(Xe)クリプトン(Kr)などを多価イオンにして、GaAs 表面での相互作用を四重極型質量分析器で観測したい。