卒業論文要旨

高エネルギー化を目的としたイオン加速器の改良

(環境計測) 田代 雄也

1. はじめに

本研究ではビームエネルギーの増大を目的としたイオン加速器の改良を目的としている。当研究室では中性粒子に対するマイクロチャンネルプレートの検出効率について研究している。現在使用しているイオン加速器は $5\,\mathrm{kV}$ までしか昇圧できず、 $5{\sim}\,10\,\mathrm{kV}$ での挙動を見ることができるよう、本研究では $10\,\mathrm{kV}$ の昇圧を目標と定めた。当研究室ではこのようなイオンビーム加速装置の高エネルギー化は初の試みである。

過去に製作されたイオン源において、加速電場を形成するための電圧はイオン源と引き出し電極の間に印加していた。しかしその間隔は4 mm しかなく、5 kV 以上の昇圧は放電のため不可能であった。そこで本研究では新規に加速段を作成し、イオン源全体を昇圧するシステムを設計製作した。従来のイオン加速器を加速電源の上に電位的に持ち上げるために、絶縁トランスを更にもう1つ組み込んだ。また高い電圧で昇圧するにあたって放電対策が必要である。高圧で昇圧すると引き出し電極とレンズとの間の電場が一様でなくなる可能性があるため、そこに加速電極を取り付け抵抗分割によって電場が滑らかになるようにした。更に、高電圧のかかる部位に電力を供給する線には高耐圧線を使用し、イオン源内の電場に影響を与えないようその線をシールドする事にした。また加速電源を高圧で使用する際に、基板上で放電が確認されたためそれを改良した。

2. 装置概要

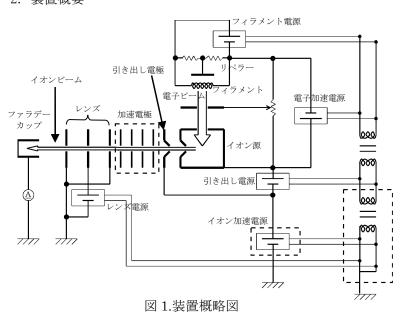


図1は装置の概略図であり、点線で囲まれた部分が新しく追加したものである。従来の引き出し電源と、フィラメント電源とは下、オラメント電源(以下、オターである。)はそのまま用でであり、それらを加速をした。そのため、イオンを生用電子がありません。そのため、イオン発生用電子があり、

電源間はそれぞれ絶縁しておく必要があり、絶縁トランス2段で接続した。各電源について、

フィラメント電源は $18\,V/5\,A$ 、電子加速電源は $500\,V/0.1\,A$ 、引き出し電源は $1,100\,V$ 、イオン加速電源とレンズ電源は $3,000\,V$ の範囲までそれぞれ調節可能となっている。またイオン加速電源一引き出し電源間の絶縁トランスは $30\,kV/200\,VA$ 、引き出し電源一イオン発生用電子加速電源間の絶縁トランスは $2\,kV/200\,VA$ のものを使用した。

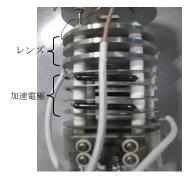


図 2.加速電極

図 2 は追加した加速電極の写真である。加速電極はレンズと同じ支持棒に取り付けられるよう ϕ 80 mm とし、厚さ 1 mm とした。電極は 4 枚とし間隔は 10 mm とした。更に、そこに使用した抵抗は耐圧 10 kV であり、5 つが直列に繋がれている。抵抗を取り付ける際、加速電極はステンレス製であるため直接はんだ付けができない。よって加速電極に ϕ 2 mm の穴を開け電場に影響を与えないよう絶縁性のネジとナットを用いてアースラグを取り付けた。更に抵抗のリード線は、電極間の電場に

影響を与えないよう電極の外円沿いを這うようにして取り付けた。

高い電圧で昇圧するとレンズにも高圧をかけるため、レンズにフィードする線を高耐圧線に取り換え、イオン源内の電場に影響を与えないようシールドを施した。

 $10~\rm kV$ の昇圧を目標としていたが $10~\rm kV$ の電源は用意できなかったため、イオン加速電源とレンズ電源には以前から使用している $3~\rm kV$ の電源を用いた。その電源は $3~\rm kV$ と $1.1~\rm kV$ の出力がそれぞれ $2~\rm o$ ずつあったが、 $3~\rm kV$ の出力を $2~\rm o$ 同時にかけると抵抗分割に使用している基板上で放電が確認された。そこで、その基板を取り除き新たに端子台を取り付け抵抗分割した。また、 $3~\rm kV$ の出力に使用されている高圧モジュール電源の入力電圧が適切でなかったため整備した。

3. 性能評価

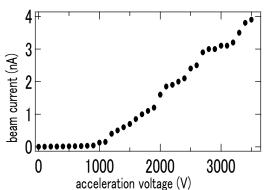


図 3.加速電圧に対するイオンビーム電流量 $1{,}000~\mathrm{V}$ のまま加速電圧を $0{\sim}2{,}500~\mathrm{V}$ まで 100

製作したイオン加速器でアルゴンイオンを加速し、ビーム電流量をファラデーカップを用いて測定した。測定条件はフィラメント電圧 6.3 V、フィラメント電流 2.4 A、電子加速電圧 240 V、バックグラウンド真空度 1.4×10⁻⁶ Torr、動作時真空度 7.3×10⁻⁶ Torr であり、引き出し電圧を 0~1,000 Vまで 100 Vずつ上げて測定した。そして、上記と同条件の下で引き出し電圧は 1,000 Vのよよが表現によって 2,500 Vよび 100

V ずつ上げて測定した。その結果を図3に示す。縦軸はイオンビーム電流量、横軸は加速電圧となっている。グラフは加速電圧が増加するにしたがってイオンビーム電流量は増加しており、加速電圧によってイオンビームが加速されていることがわかる。

本研究において、イオン源全体を昇圧するシステムは確立され、3.5 kV まで昇圧することに成功した。