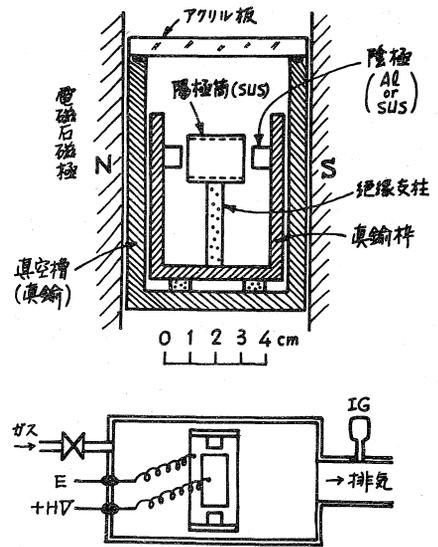


# PIG型重イオン源の放電特性

福沢文雄 吉田弘二 (京大工)  
小林千明 (原研)

京大工と原研との協力研究によってバンデグラフ用 PIG型重イオン源を製作し、窒素、アルゴン等のイオンを實際に加速して実用に供しているが、最適のガス圧、放電電圧、磁場の強さ等のパラメータ設定は相変らず手探りの域を出ない。これらをもっとすつきりさせるには PIG放電の特性を知る必要がある、このためオ1図に示すような装置を作って放電開始電圧、電圧電流特性を調べると共に放電プラズマの分光を行なった。放電現象は使用材料や表面状態によって特性に大巾なバラツキをネすので、測定は十分な脱ガスを行なった後に行ない、再現性のある現象を拾い出して PIG放電自身の一般的特性を抽出することに努めた。研究はまだ途についたばかりであるが、PIG型イオン源の製作及び使用の際のパラメータ設定について参考となるデータが二、三得られた。以下のデータ中ガス圧は電離真空計で測定した値を比感度係数  $H_2$  (0.42),  $He$  (0.13),  $N_2$  (1.0),  $Ar$  (1.4) で補正したものである。

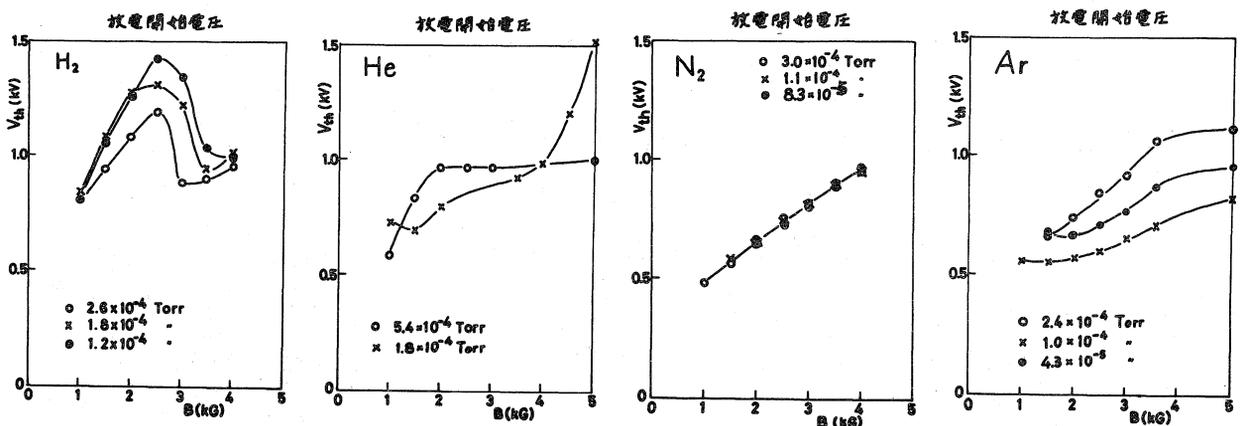
測定装置



オ1図

## (1) 放電開始電圧 $V_{th}$

放電開始電圧はガス圧、磁場の強さによって変り、変化の様子はガスの種類によってかなり異なる。(オ2図)。一般に磁束密度  $B$  が大きい程  $V_{th}$  が大きくなるが、 $He$  では  $2KG$  以上で一定となる。



オ2図

り、 $H_2$ では2.5 kGで最大となる特殊な特性を示す。ガス圧による変化については $H_2$ では圧力が小さい方が $V_{th}$ が大きいがArでは逆になり、 $N_2$ では圧力に無関係である。

### (2) 放電電圧電流特性

一般に電圧電流特性はオ3図に示すようになり、 $V_{th}$ 、 $V^*$ 及び $I_{arc}/V_{arc}$ の傾斜がガスの種類、圧力、磁束密度によって異なる。 $V^*$ は $V_{th}$ で始まった放電と異なったモードの放電が起る点と考えられる。

またガス圧、ガス種、磁束密度に応じて或範囲の放電電圧で放電が不安定になり負抵抗を示したり発振したりする。

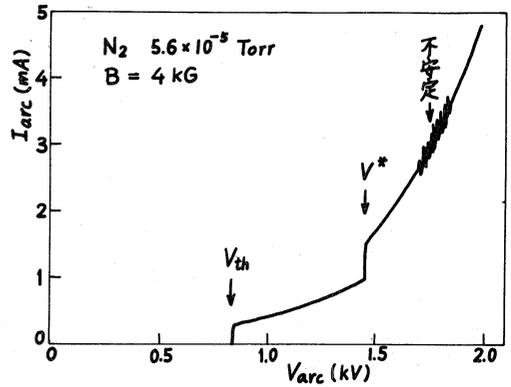
これらの放電不安定及び $V^*$ ではじまる放電モードはPIG放電の機構を明らかにする上で非常に重要であるが、さし当りこれらを無視して電圧電流関係のグロスな傾向をまとめるとオ4図のようになる。これから $N_2$ 、Arでは磁束密度の大きさがかなり効くが $H_2$ 、Heでは効き方が小さいことがわかる。

また陰極材質がAlとステンレス鋼の場合をオ5図に較べて示してあるが、特性はかなりの異っている。すなわちAlの方が放電電流が大きく、その増加の割合も大きい。また磁場の効き方がAlとステンレス鋼とで全く逆になっている。磁束密度を大にすると放電電流はAlでは小となりステンレス鋼では大となるのである。陰極材質によってこれほど大きな差が出るということはこれまで予想しなかったことで今後各種材質について調べる必要がある。

### (3) 放電プラズマの分光

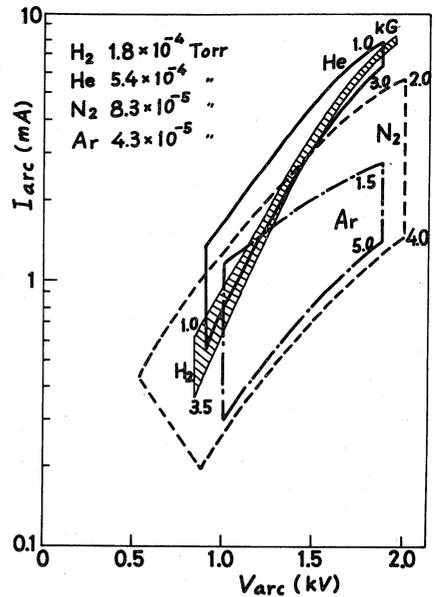
PIG放電中で色々な荷電数のイオンがどのような割合でできているかをみるため、陽極-陰極の間隙から見えるプラズマ柱からの光を分光器で調べた。Heの場合のスペクトルをオ6図に示す。 $He^{++}$ と $He^+$ イオンの割合の目安を示すものとして $4685\text{\AA}$  (He II) と $4713\text{\AA}$  (He I) のスペクトル線強度の比を色々なパラメータ値について求めた結果をオ7図にまとめてある。これから高電離イオンの割合は磁場の強さが小さい方が大きいと云えるようである。 $He II/He I$ がどの程度 $He^{++}/He^+$ の存在比を反映しているかは問題であり、今後これ以外のスペクトル線の

典型的な電圧電流特性



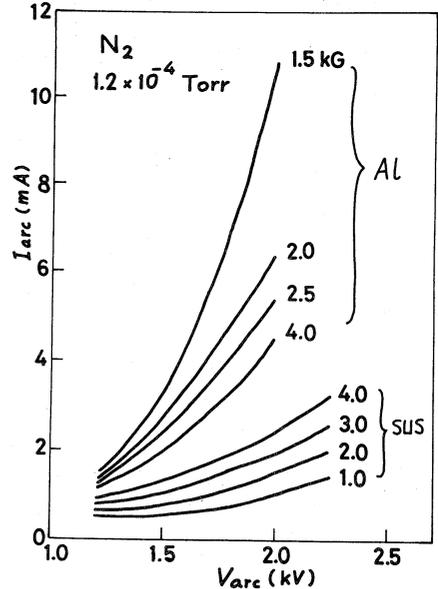
オ3図

電圧電流特性



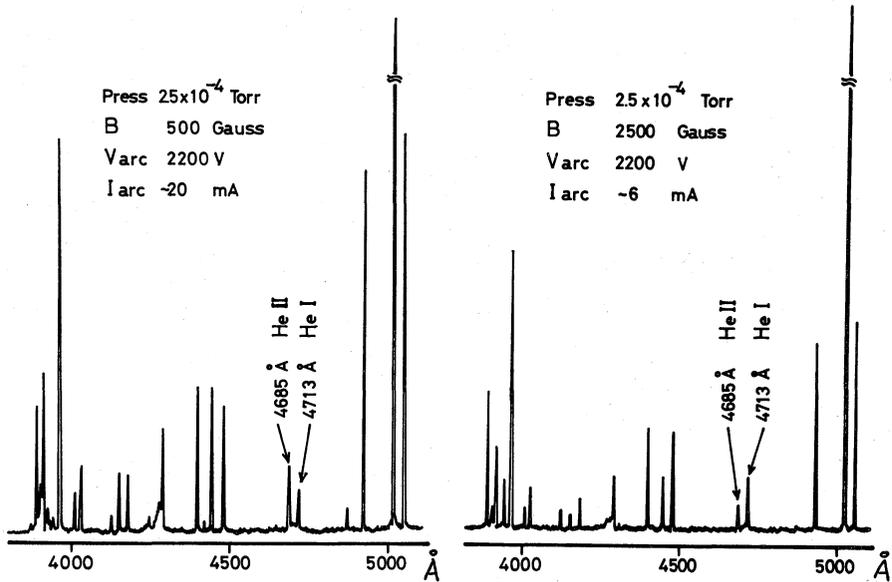
オ4図

陰極材質による違い

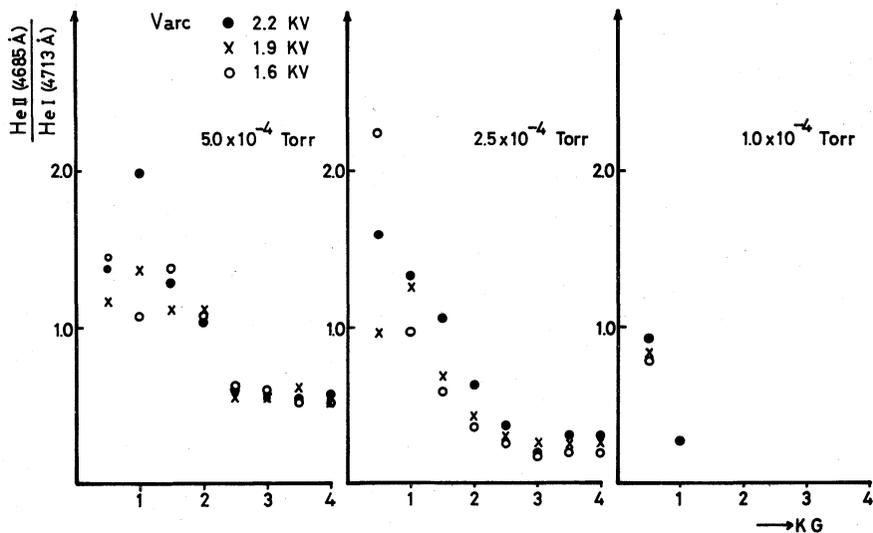


オ5図

組合せでより信頼でききデータを得て行く予定である。また陽極筒に孔を明けてその中のプラズマを観測したり、引出しイオンの電荷状態分布との関係をおさえる等によって PIG 放電と PIG 型イオン源との関連を明らかにしてゆくつもりである。



オ6回 He PIG放電のスペクトル



オ7回 スペクトル線強度比