

# KEKイオン源

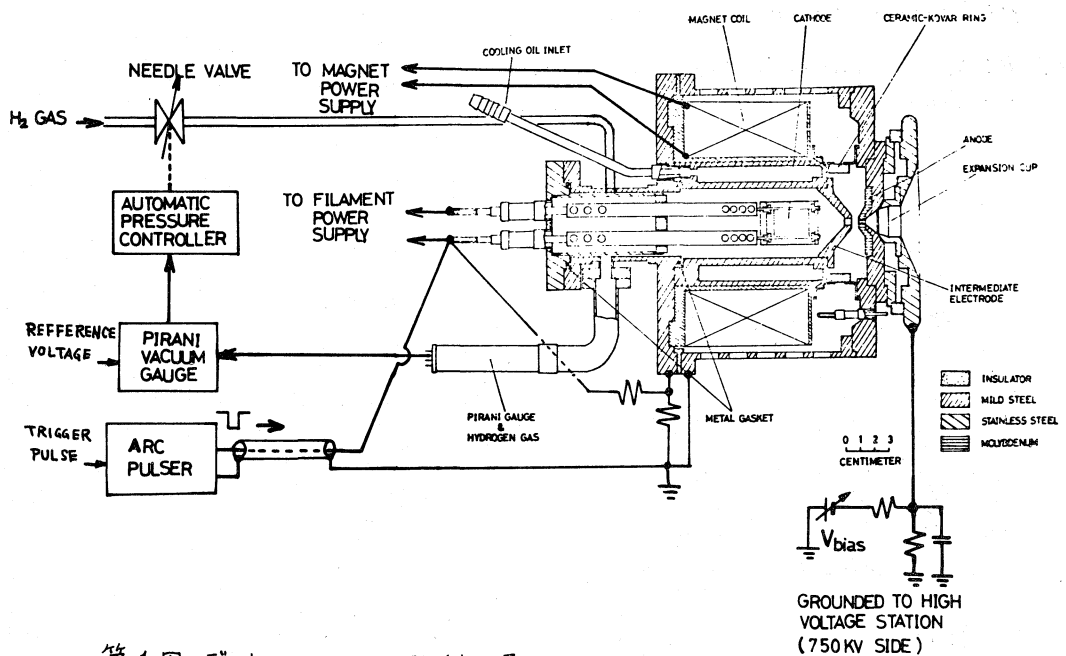
高木 昭, 石丸 肇, 福本 貞義, 伊藤 清

高エネルギー物理学研究所

高エネルギー物理学研究所の陽子シンクロトロン<sup>1)</sup>の750 keV前段加速器に使用されているデュオプラズマトロン形イオン源は昨年7月以来安定に動作しており、ライナックへの入射ビーム強度は最大200 mAに達している。表1に動作時の各パラメータを示しておく。

デュオプラズマトロンは、その主要部分はカソード、中間電極、アノード、プラズマカップから成っており、第1図に示すように構成されている。イオン源内の水素ガス圧は自動圧力調整装置によって安定化を行なっている。アークパルサーはトランジスタによるスイッチング回路にパルストランスが接続されており、昇圧されたパルス出力を得て、フィードバック回路によって平坦な定電流特性を持ったパルス出力をイオン源に供給している。オキサイドカソードが用いられており、第2図に示す構成となっている。このカソードは活性化の時に大量の熱を放出するので専用の換排気装置で活性化を行なった後にイオン源に取り付けられた。寿命は500時間以上が期待されている。

エミッタンスの良いビームを得るためにプラズマカップ<sup>2)</sup>の開発が行なわれている。第3図に示す(A),(B)2種のプラズマカップがテストスタンドでテストされ、エミッタンスが測定された。第4図にその代表的なパターンを示す。ここで規格化エミッタンス $E_n$ は  $E_n = A \cdot \beta r / \pi$ 、ブライトネス $B$ は  $B = I^+ / \frac{1}{2} A^2$  で、 $A$ は第4図に示すエミッタンスパターンの斜線部分の面積である。第5図の白丸と黒丸とで示すようにビーム電流の大きい場合には(図形)のプラズマカップ



第1図 デュオプラズマトロン形イオン源

の方が良い特性を示している。又、×印と+印とでライナックと前段加速器の今年2月でのビームの測定結果を示しているが、現在はこの値よりもかなり改善されている。

第6図に示すようにプラズマカップ壁に負の数十Vのバイアス電圧を加えることにより、第7図に示すような顕著な効果が得られている。この様な結果はカップ壁の電位を数十Ωの抵抗によって浮かす事によっても得られており、第8図に示す様に抵抗Rと磁場電流 $I_m$ によるビーム電流とプラズマカップ電位の振動の変化が測定された。傾向としてはRの増加によって振動の振幅は減少、周波数は低下し、 $I_m$ の増加で、振幅増大、周波数は上昇している。周波数の範囲としては1~5 MHzまでに分布しているが、カップ内の振動に関係しているのは1~2 MHzの振動の様である。イオン源内部で起きている振動については以前に述べたが、イオン源内部の放電の状態にも関係していると思われる。バイアス電圧を加えることにより振動を減少できるのは、カップ内のプラズマの密度勾配による電場 $E_r$ と磁場 $B_z$ による $E_r \times B_z$ に關係した不安定性が生じている<sup>4)</sup>、バイアス電圧によって $E_r$ を打消す(密度分布を一様にする)事によりプラズマを安定化できたためと思われる。

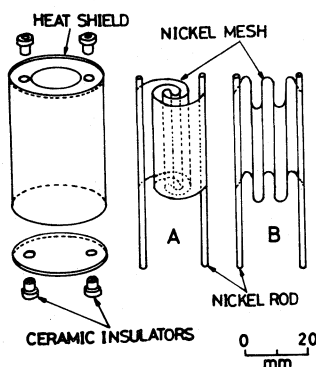
### 参考文献

- 1) M. Kobayashi, T. Nishikawa, A. Takagi, S. Fukumoto  
Proc. U.S.-Japan Seminar on High Energy Accelerator Science  
Tokyo, Tsukuba, 1973, P. 518
- 2) V. Kovarik, Th. Sluyters; Proc. Symp. on Ion Sources  
and Formation of Ion Beams, BNL, 1971, P. 21
- 3) M. Kobayashi, A. Takagi; Proc. <sup>2nd</sup> Symp. on Ion Sources  
and Formation of Ion Beams, Berkeley, 1974, I-3-1
- 4) R.C. Davis, T.C. Jernigan, O.B. Morgan, L.D. Stewart,  
W.L. Stirling; Rev. Sci. Instrum. 46 (1975) 7576

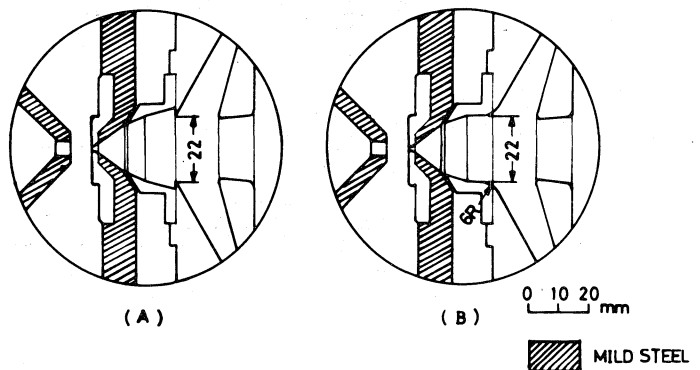
• TYPICAL OPERATING PARAMETERS OF THE DUOPLASMATRON ION SOURCE

Beam current	260 mA
Pulse length	20 usec
Repetition rate	4 pps
Extraction voltage	52 kV
Extracting gap	20 mm
Total accelerating gap in column	24 cm (31.3kV/cm)
Arc current	50 A
Magnet current	4 A
Filament current	38 A
Filament power	100 W
Hydrogen pressure in ion source	0.25 Torr
Plasma cup (A) $L_{pc}$	31.9 mm
Plasma cup diameter	22.0 mm $\phi$
Plasma cup bias voltage	-100 V
Anode hole diameter	1.1 mm $\phi$

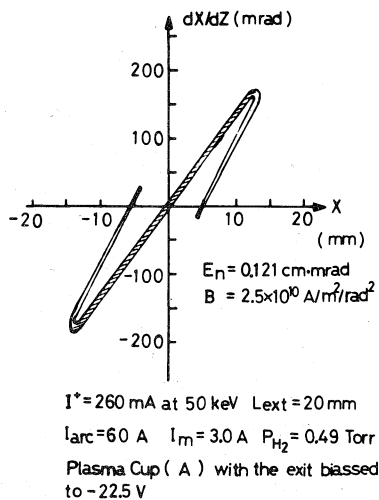
表 1



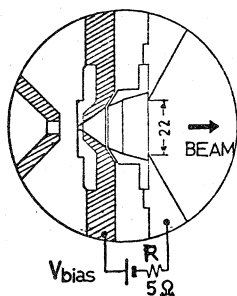
第2図 Oxide Cathode



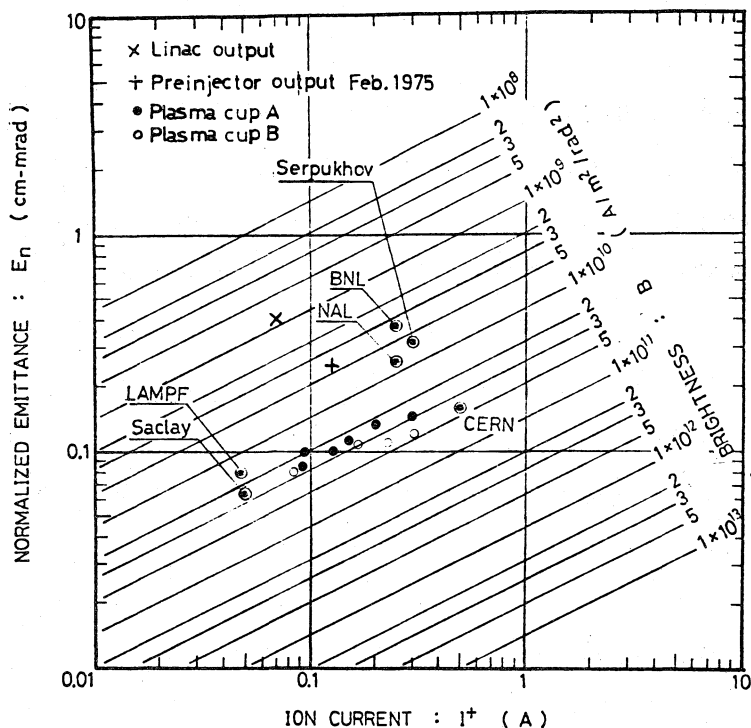
第3図 TWO PLASMA CUPS HAVING DIFFERENT CONTOURS AT EXIT



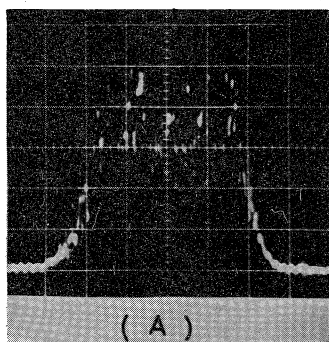
第4図 エミッタンスパターン



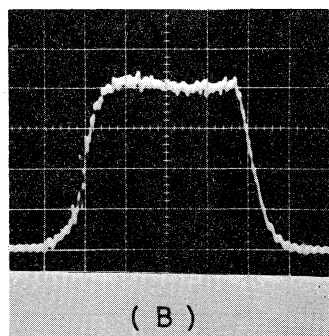
第6図



第5図 高エネルギープロトン加速器のイオン源の比較



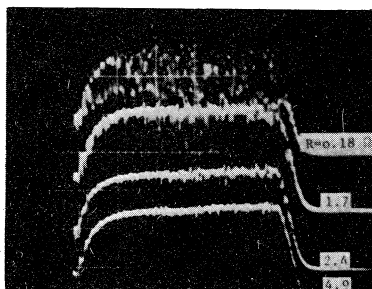
(A)



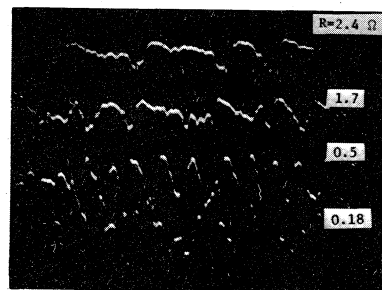
(B)

(A):  $V_{bias} = 0$  V  
 (B):  $V_{bias} = -50$  V (with respect to anode)  
 25 mA/div  
 5  $\mu$ S/div  
 at CM 4 (750 Kev PROTON BEAM)  
 DUOPLASMATRON No. 4

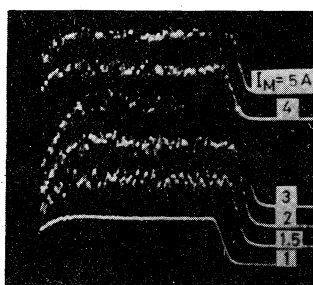
第7図 750 keV  $H^+$  波形



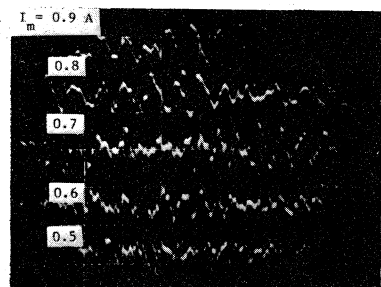
Beam currents for various values of autobias resistor R  
 $I_{arc} = 40$  A,  $I_m = 3.0$  A  
 Horizontal: 5  $\mu$ sec/div.  
 Vertical: 100 mA/div.



Oscillations in the plasma cup potential for various values of R  
 $I_{arc} = 20$  A,  $I_m = 1.0$  A  
 Horizontal: 1  $\mu$ sec/div.  
 Vertical: 2 V/div.



Oscillations in the beam current pulse obtained for various magnet currents  
 $I_{arc} = 20$  A,  $R = 0.18 \Omega$   
 Horizontal: 5  $\mu$ sec/div.  
 Vertical: 100 mA/div. for the upper two, 40 mA/div. for the lower four



Oscillations in the plasma cup potential for various magnet currents  
 $I_{arc} = 20$  A,  $R = 0.18 \Omega$   
 Horizontal: 1  $\mu$ sec, Vertical: 2 V/div. for the upper two, 1 V/div. for the lower three.

第8図 50 keV の  $H^+$  と プラズマカップの電位の振動の様子