

Y. Mori, A. Takagi, K. Ikegami and S. Fukumoto  
National Laboratory for High Energy Physics

A. Ueno  
Kyushu University

Characteristics and performance of  $H^-$  ion source and polarized  $H^-$  ion source which have been developed for the KEK 12 GeV synchrotron are described.  
(要旨)

高エネルギー物理学研究所において、現在稼働中の表面プラズマ型負水素イオン源およびレーザーを用いた光ポンピング型偏極イオン源についてその性能、特徴について述べる。また、あわせて、実際の長期の運転に際しての特有な注意すべき点等についてもあわせて述べる。

## 1. はじめに

高エネルギー物理学研究所では、12GeV陽子シンクロトロン用の前段加速器としては、現在2台が同時に稼働している。1つは、ORDINARYな強度の強い負水素イオンビーム用として、またいまひとつは偏極ビーム用としてである。<sup>1)</sup>

12GeV陽子シンクロトロンでは、昨年5月より、負水素イオンビームによる多重入射を行っている。このためのイオン源としては、負水素イオンでDUTY FACTORの大きな(0.5%)運転に耐えるものを開発する必要があった。そこで1983年度より、セシウムを使った表面プラズマ型のカスプ負水素イオン源を開発し、現在の運転に用いている<sup>2)</sup>。このイオン源は、陰極としては熱陰極を用いるものであるため、長時間運転に耐えるFILAMENTとして特別に工夫されたLaB<sub>6</sub>を用いている。これにより2500時間以上の連続運転にも耐える長寿命が達成されている。また、ビーム強度も750keV加速後で15-20mAが安定に得られている。

偏極イオン源は、やはり負水素イオンの形で得られるものとしてレーザーによるOPTICAL PUMPING 型偏極イオン源を用いている<sup>3)</sup>。これまでは、レーザーとしては、市販のCW発振の色素レーザーを用いてきたが、最近高出力のパルス色素レーザーを開発できたので、今年度よりこれを用いている<sup>4)</sup>。CWに較べて10倍以上の出力があるため、偏極イオン源からのビーム強度も増強され、現在70μAで58%の偏極度を有したビームが得られている。また、偏極度を45%程度に下げた場合には、200μAの強度も実現されている。

### 2-1 カスプ負水素イオン源

図1に、このイオン源のブロック図を示す。負水素イオンは、プラズマ容器の中央に置かれたMo製のコンバータ表面で作られる。コンバータには、外部から導入されたセシウムが付着し、単原子層が形成される。これによりWORK FUNCTIONが減少し、負イオン形成を促進する。このセシウムの厚さは、極めて微妙なものがあり、ビームの強度に大きく影響する。このコントロールのためにセシウム炉の温度制御を1°C以下で行っているが、それでも、時として大きくビームに影響を与えることがある。図2には、ビーム波形を、図3には、750keV加速後のビームエミッタンスをそれぞれ示す。エミッタンスは、

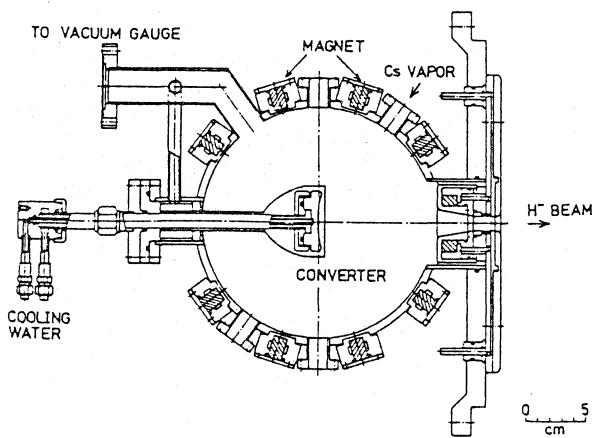


Fig.1 Cusp H-ion source

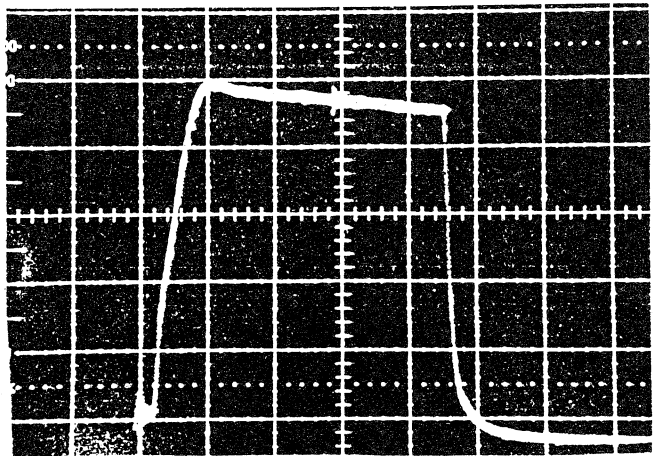


Fig.2 Beam from H-ion source(5mA/div.,50 μsec.)

90%の規格化エミッタンスで約2mm・mradである。

陰極としては、始めに述べたようにLaB<sub>6</sub>（ランタンボライト）を用いている。その形状を図4に示す。このFILAMENTは、タングステンに較べて約半分程のWORK FUNCTIONであり、動作温度も1500°Cとかなり低い。また、耐SPUTTERING性も有りイオン源のFILAMENTとして極めて優れた性能を有している。<sup>5)</sup>これにより、2500時間以上の連続運転にも十分耐えている。

## 2-2 光ポンピング型偏極イオン源

光ポンピング型偏極イオン源では、これまで3台のCW色素レーザーを用いてきた。今回パルスレーザーの開発に成功したので、5月からのSTUDYではこれを使用している。パルスレーザーの詳細については、本研究会での下村らの<sup>6)</sup>発表に詳しいのでここでは割愛する。

このパルスレーザーを使うことによって、いかに高密度のナトリウム原子を偏極できたかを示すのが図5である。これは、ナトリウム原子の偏極度をFaraday Rotationという

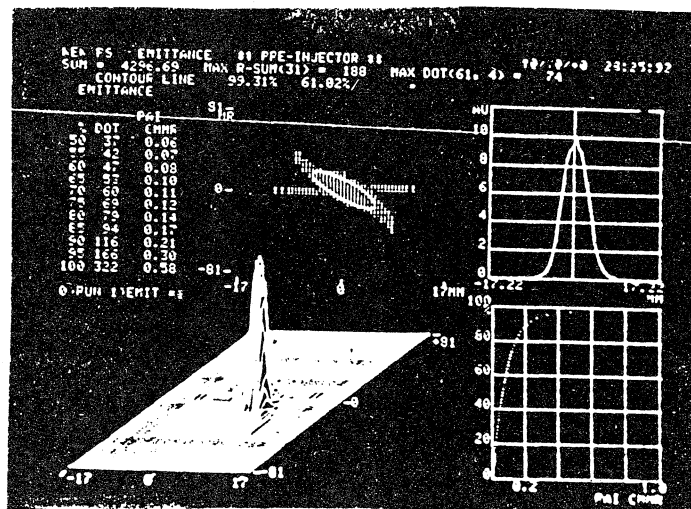


Fig.3 Emittance of H-ion beam

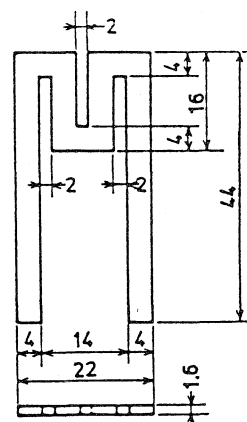


Fig.4 Configuration of LaB<sub>6</sub> filament.

方法で測定した時の信号である。信号が50  $\mu$ SEC.にわたってFLATなのは、偏極度が、ほぼ100%であることをしめしている。

図6には、ナトリウムターゲットの厚さに対する偏極度の依存性を示す。1 X 10<sup>14</sup>n/cm<sup>2</sup>を超えると偏極度が徐々に低下しているのは、RADIATION TRAPPINGという非線型な効果のためである。この効果については、最近Andersonらが評価しており、彼らの方法で計算した結果と、この実験値は、概ね良い一致を示している。

図7には、現在偏極イオン源からえられているビーム強度と偏極度とのナトリウムセルの温度に対する依存性を示す。

最後に、LaB<sub>6</sub>フィラメントの開発に大変な協力を戴いた電気化学工業(株)の皆様にご感謝致します。また、パルスレーザーの開発に当たって極めて高い情熱と熱意をもって終始協力戴いた日本高周波(株)の皆様にも深く感謝致します。さらに、これらイオン源の研究に当たり常に励まして戴いた西川所長以下加速器系の皆さんにご感謝致します。

REFERENCES

- 1)S.Fukumoto et al. Proc. of Linear Accelerator Conf. 1986(Stanford).
- 2)A.Takagi et al. IEEE. 1985-
- 3)Y.Mori et al. IEEE. 1985-
- 4)Y.Mori et al., KEK-REPORT 86-2.
- 5)S.Yamada et al., Proc. of ISIAT-86
- 6)Simomura et al., in this meeting.

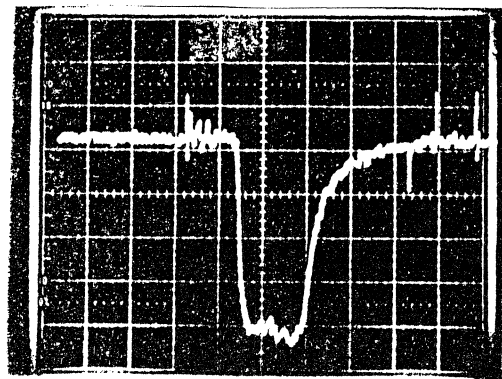


fig.5 Faraday-rotation signal.

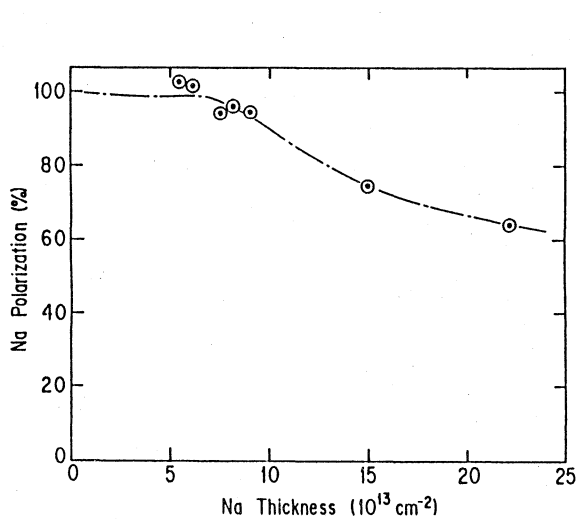


Fig.6 Sodium polarization as a function of Na thickness.

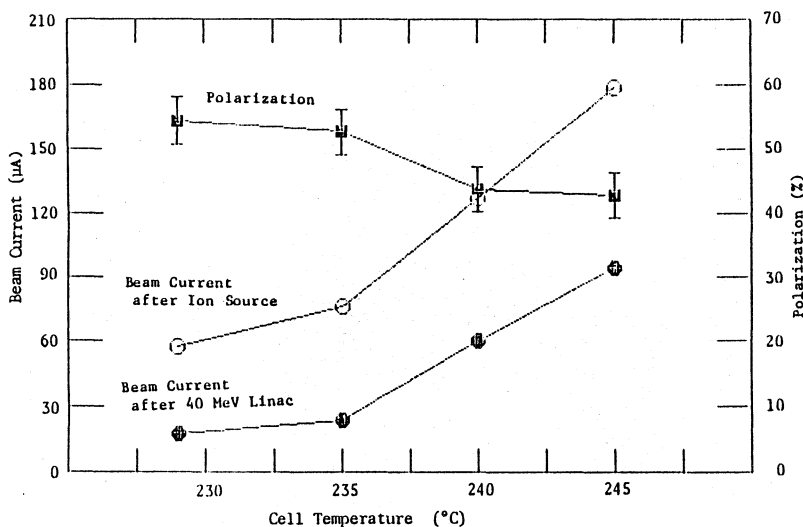


fig.7 Beam intensity and polarization.