

STATUS OF POLARIZED PROTON PREINJECTOR PROJECT

S. Fukumoto, Z. Igarashi, K. Ikegami, T. Kato, C. Kubota
Y. Mori, E. Takasaki, T. Takenaka and A. Takagi
National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

The polarized proton preaccelerator project started in 1980 and will be completed by the end of March 1983. A new building was built and an 800 kV symmetrical Cockcroft-Walton generator was set in it. A high voltage terminal for the polarized ion source was also installed. Its terminal is 3.75 m long, 4 m wide and 3.2 m high. It has a 80 kVA generator. The high voltage equipments are tested up to 795 kV. A new polarized negative hydrogen ion source is being developed. Protons are produced by an ECR ion source. Valence electrons of sodium atoms are polarized by circularly polarized light of a high-power dye laser. These electrons are transferred to the protons in a strong magnetic field of about 1 T. The electron spin is transferred to the proton by conventional zero-crossing method and the polarized negative hydrogen ions are produced by charge-exchange reaction with sodium vapor. Up to now, a H^- beam of 23 μA is achieved. A 750 keV beam line is 40 m long. Alignment of quadrupole magnets and some of dipole magnets has been done. Vacuum components are being assembled. A high-sensitivity multi-wire profile monitor is expected to detect a beam of 1 μA .

1. まえがき

昭和55年度から3年計画で、偏極陽子前段加速器の建設が進められている。^{1,2,3)} 昨年夏に、現在稼働中の前段加速器に隣接して新しい建屋が完成し、高電圧の大型装置の搬入・据付が終った。建屋の配置の関係で、偏極ビームは750 keVに加速されたあと、90°曲がられて、既設の前段加速器室の裏側を既設のビームラインと平行に走り、その後90°曲がられて旧LEBTに達し、そこでまた90°曲がられて旧LEBTに合流する。ブースターでのビーム強度を増加させるために、偏極陽子ではなく偏極H⁻イオンを荷電変換して入射するが、初期の段階ではテストのために偏極陽子を加速する予定である。偏極H⁻イオン源の開発は、ずっと続けられていて、陽子源にECRイオン源を導入し、強力な色素レーザーを用いて、偏極H⁻イオン電流は、23 μA が達成された。ビーム電流が少ないので、高感度プロフィールモニターを開発中で、1 μA までのビームは検出可能の見込みである。

2. 高電圧装置

高圧トランスの出力電圧による誘導で、加速電圧が変動するのを防ぐ目的で、対称型コッククロフト高圧発生装置を製作した。定格は800 kV, 5 mAである。負荷電流による電圧降下 ΔV とリップル電圧(P-P) δV は

$$\Delta V = \frac{I}{fC} \frac{N}{3} \left(\frac{N^2}{2} + 1 \right)$$

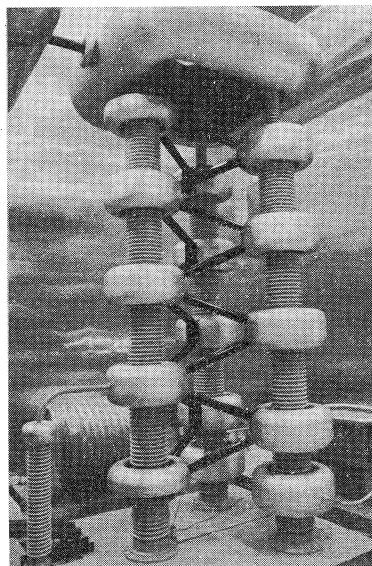


図1. 800 kV コッククロフト装置

$$\delta V = \frac{I}{fC} \frac{N}{2}$$

となる。ここで N は段数で、 f は交流高圧の周波数、 C はコンデンサーの容量、 I は負荷電流である。

この装置では $N=4$ 、 f は既設装置と互換性をもつよう 350 Hz とした。放電時の電極損傷を避けるために、 $C=0.01 \mu\text{F}$ としたので、 $I=5 \text{ mA}$ の時 $\delta V=3 \text{ kV}$ となる。出力は $10 \text{ M}\Omega$ の damping resistor を通して

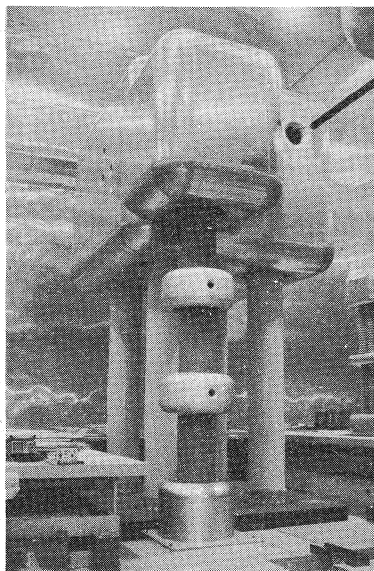


図3. 高電圧ターミナル

高電圧ターミナル(HVT)

に供給されるので、HVT

のリップルは上の $1/10$ 以下となり、出力電圧の $1/2500$ 以下である。制御部も互換性を考慮して既設と同じ型式とした。

HVTの、偏極イオン源収納部の外形寸法は、 $3.75 \times 4 \times 3.2 \text{ m}$ で、これを直径 60 cm 長さ 3.9 m の碍管4本で支えている。振動がイオン源に伝わらないように、 80 kVA の発電機は3段のFRPのパイプの上に乗せ、張出し部の中に入れている。回転は、3段の外径 10 cm のFRPパイプによって伝えている。 795 kV までの電圧では、HVTには異常は認められなかった。加速管用に既設と同じく内径 1 m 、長さ 1.53 m の碍管2本を製作した。

3. 偏極負水素イオン源^{4,5)}

単一周波数色素レーザーの光を円偏向させ、 9.2 kG の磁場中の Na に当てて、 60% の偏極度の Na 原子が得られた。一方新しく作った 16 GHz の ECR イオン源からの陽子に対して、上の偏極 Na は 5×10^{15} 個/ cm^2 の厚さになる。偏極した電子は、 Na から H の 2P 状態に移るが、 L-S 結合による減偏極を少なくするために 10 KG 程度の磁場中で

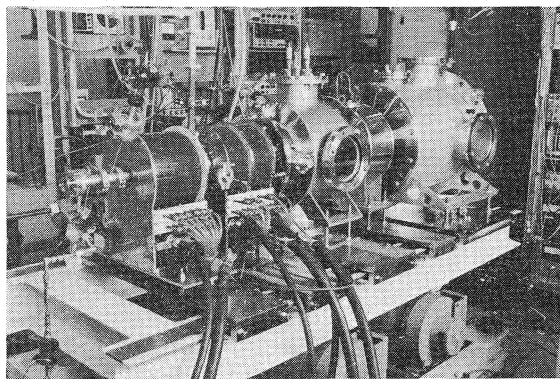


図4. 偏極 H^- イオン源

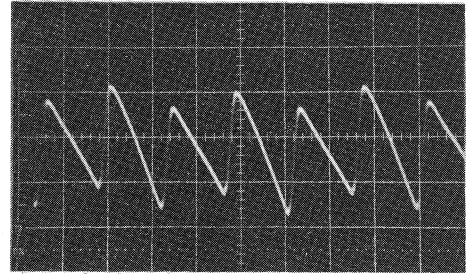


図2. コッククロフト装置のリップル電圧、 $\delta V_{(P-P)}/V = 0.14\%$
X軸: 1 ms/div.

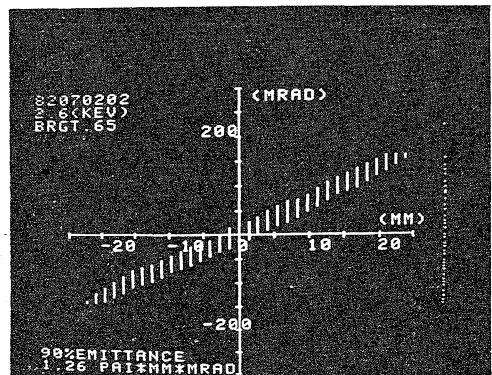
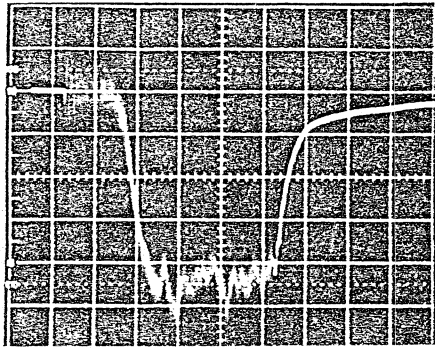


図5. 16 GHz ECRイオン源の陽子ビームエミッタンス、 2.6 kV 、 130 mA



V: $5\mu\text{A} / \text{div.}$
H: $50\mu\text{sec.} / \text{div.}$

$P_1 = 1.4 \times 10^{-5} \text{ Torr.}$
 $P_2 = 5.6 \times 10^{-7} \text{ Torr.}$
 $V_{\text{acc}} = 3.17 \text{ keV}$
 $V_{\text{dec}} = -200 \text{ V}$
 $S_1 = 500 \text{ A}$
 $S_{2,3} = 490 \text{ A}$
 $S_4 = 182 \text{ A}$
 $I_{\text{rf}} = 2.3 \text{ A}$
 $V_{\text{rf}} = 10.6 \text{ kV}$
 $V_{\text{def.}} = +750 \text{ V}$
 $T_1 = 244 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_2 = 299 \text{ }^\circ\text{C}$
REP. RATE = 20 Hz.

図6. 偏極H⁻イオンビーム波形とパラメータ

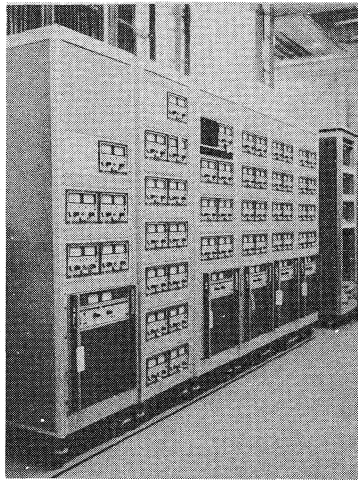


図8. Q電磁石電源

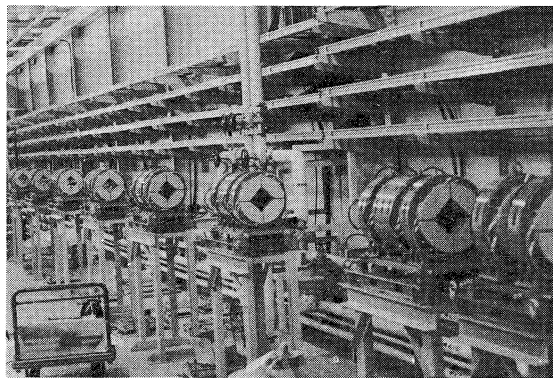


図7. 750 keV偏極ビームラインQ電磁石

加速管直結の5000ℓs TMPによる。ビームダクトとモニター槽は、残留放射能を考慮する必要がないので、SUS製とした。現在稼働中の非偏極ビームに比べて、ビーム強度は遥かに小さいので、高感度のトロイダル型電流モニターと、多線型プロファイルモニターを開発しており、1μAまでのビームは検出できる見込みである。荷電変換入射に切

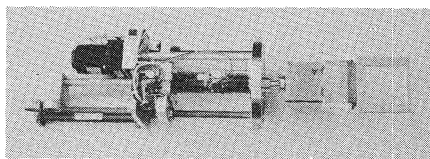
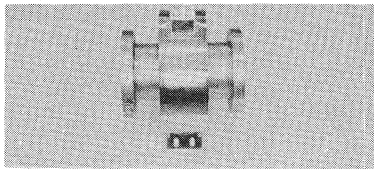


図9. トロイダル型電流モニター(上)
プロファイルモニター(下)

行わせる。電子偏極を核偏極に移すのは、広く行われている零交差磁場の方法による。核偏極したH原子は、再びNa原子から電子を受けとってH⁻イオンとなる。今までに最高23μAの偏極H⁻イオンが得られている。

4. 750 keV偏極ビームライン
加速管から出て来たH⁻は、約40 mのビームラインにより、リニアックの上流2.3mの所で

既設LEBTに合流する。Q磁石はトリプレット14組、ダブレット3組、シングレット2組である。偏向磁石は8個で、うち2個は既設の共同溝を避けるための高さの

調整用である。Q磁石の磁極には双曲線を採用した。排気は、15台の140ℓs イオンポンプと、6台の500ℓs TMPおよび加速管直結の5000ℓs TMPによる。ビームダクトとモニター槽は、残留放射能を考慮する必要がないので、SUS製とした。現在稼働中の非偏極ビームに比べて、ビーム強度は遥かに小さいので、高感度のトロイダル型電流モニターと、多線型プロファイルモニターを開発しており、1μAまでのビームは検出できる見込みである。荷電変換入射に切替える前にブースターでP⁺加速のテストができるように、P⁺のスピンを垂直に向けるWienフィルターを製作中である。

References

- 1) S. Fukumoto et al., IEEE Trans., NS.28, 2963, 1981.
- 2) S. Fukumoto et al., Proc. 1981 Linac Conf., 59.
- 3) S. Fukumoto et al., Proc. ISAT 1982, 151.
- 4) Y. Mori et al., AIP Conf. Proc., 201, 1981.
- 5) Y. Mori et al., Proc. ISAT 1982, 97.