

PERFORMANCE OF AN INJECTOR SYSTEM FOR THE ETL ELECTRON LINAC, TELL II

M. YOKOYAMA, M. KAWAI, S. HAMADA, T. YAMAZAKI^a, T. NOGUCHI^a, T. MIKADO^a,
S. SUGIYAMA^a, K. YAMADA^a, M. CHIWAKI^a, H. OHGAKI^a, R. SUZUKI^a, T. OHDAIRA^a,
N. SEI^a and S. OKABE^b

Kawasaki Heavy Industries, Ltd. 118, Futatsuzuka, Noda 278, Japan

^aElectrotechnical Laboratory 1-1-4, Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

^bOkabe Keisoku Kogyosho 1, Nozawa, Setagaya, Tokyo 154, Japan

ABSTRACT

A new injector of the ETL linac 'TELL' was prepared in order to improve the quality of the electron beam and the efficiency of injection to the TERAS, and the NIJI-IV. The operation of a new injector of TELL was started in May, 1995.

In this paper, we discuss outline of the new injector and the measurements of the emittance and the energy spread. The methods of these measurements were reported in the previous meeting.

電総研リニアック用電子入射器の特性試験 II

1. はじめに

電総研と川崎重工業(株)は、電子ビームの質を向上させて、汎用の電子蓄積リングTERASやFEL専用の電子蓄積リングNIJI-IV等への入射効率の向上や、選択した特定のバンチのみへの蓄積(シングルバンチ入射等)を目的として、電総研リニアックTELLの新しい電子入射器[1][2]の運転準備を進めてきたが、1995年4

月までに新旧の入射部の交換作業が完了し、5月より運転を開始した。本稿では、設置された新入射器の概要とこれによる電子ビームのエミッタンス及びエネルギー分散測定の結果について報告する。測定は1 μ s、10nsそして2nsビームに関して行われたが、本稿では2nsビームについて報告する。2nsグリッドパルサーのシステムについては[3][4]を参照されたい。

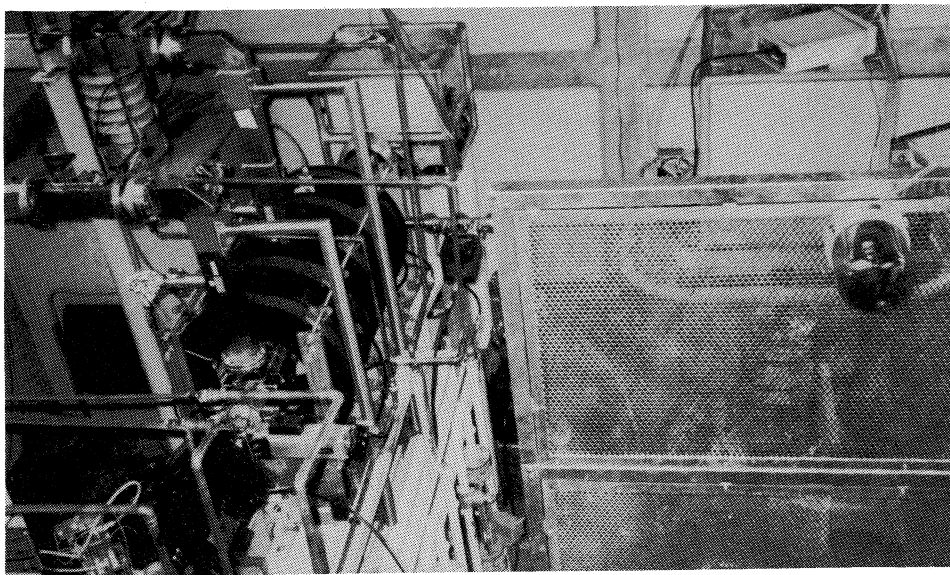


図1 TELLの新入射器

2. TELL の新入射器

TELLに設置された新入射器の写真を図1に示す。電子銃から第一加速管までの全長は約2.6mであり、主に低エミッタンスの電子ビーム生成のためのY646B(EIMAC社製)を用いた電子銃、プリバンチャー1、プリバンチャー2、及びバンチャー(定在波型)からなる。電子銃とプリバンチャー1の間には、ロングパルスの電子ビームカレントをモニターするコアモニタが設置されている。プリバンチャー・バンチャーにより加速及びバンチ化されたビームの位置を確認し調整するためのモニタとしてスクリーンモニターをバンチャーの下流部に設置している。また、N I J I - IV等への単バンチ入射に必要となる2 ns ショートパルスビームの確認のためにアモルファスを用いたコアモニタが下流部に設けられている。

電子銃のカソード保護のため真空劣化時にはイオンポンプからのインターロック信号により、ヒータ電流がオフされる。電子銃立ち上げ時や、単バンチ入射用ショートパルスグリッドパルサーとロングパルス用グリッドパルサーとの高電圧部での接続切り替えが高電圧ステージで行われるため、安全のため遮蔽扉のオープンにより、高電圧遮断機が動作する。

現在の運転では、ビームのマクロパルス幅 $1\mu\text{s}$ でビームカレント約 100mA を主として、TERAS、N I J I - I I等リングへの入射は2pps、そして陽電子実験装置には100ppsでビームを供給している。N I J I - I Vへの単バンチ入射は約 40mA 、2ppsで行われている。

3. ビームパラメータ測定

(1) エミッタンス測定

エミッタンスは、Qマグネット-スクリーン法を用いて測定された。スクリーン(Al_2O_3)はビームとの衝突により発光し、その光をCCDカメラによって撮影する。放射線の影響による画像の乱れを排除するため、CCDカメラはビームラインより1m下に設置され、鉛で遮蔽された。スクリーン上での像を約1m離れたところで拡大して像を結ぶためマクロレンズ(CANON VX16-1)が用いられた。本測定で問題となるのがビームの強度と発光した光をCCDカメラで撮影した場合の画像出力のリニアリティである。本測定では、図2に示されるCCDカメラの露光時間及びビーム出力のタイミングから露光時間を遅延できる回路を用いてそれらを制御した[5]。CCDからの出力画像は画像ボードを介してA/D変換され、PC9801へ取り込まれた。CCDはSONY XC-75を $\gamma=1$ 、画像出力GAINを固定して用いた。2 ns ビームのパルス数を変更することにより測

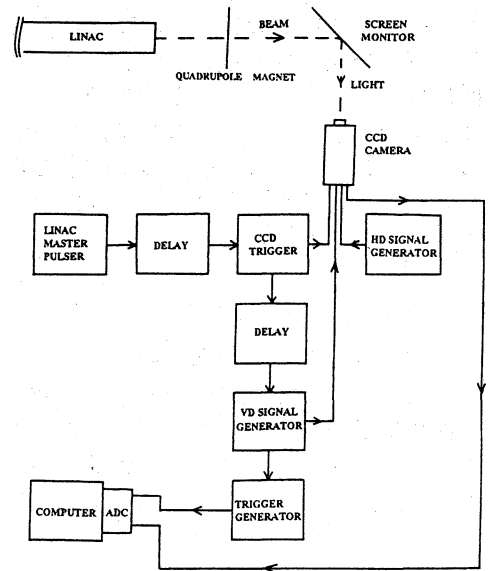


図2 ビーム画像取り込みシステム

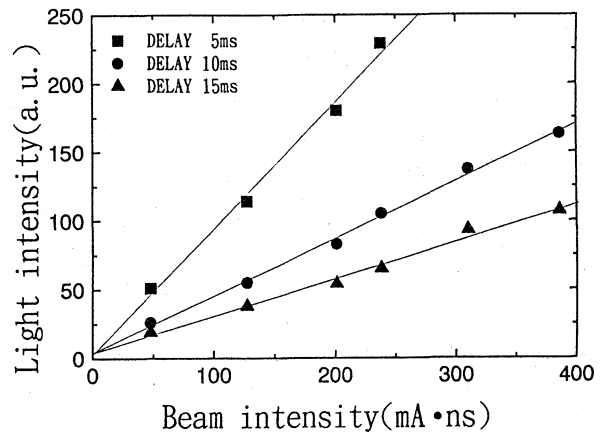


図3 ビーム電流値と画像取り込み出力の関係

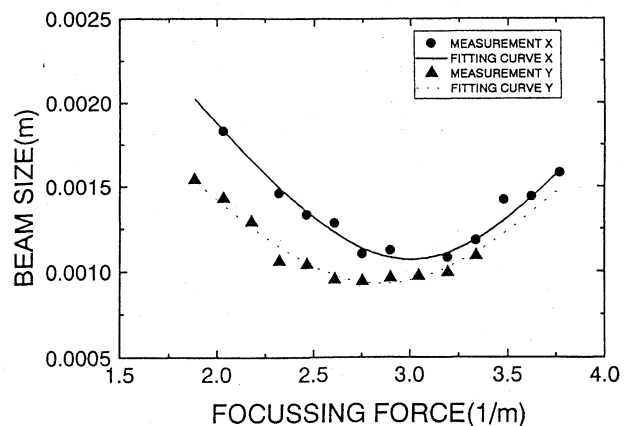


図4 ビームサイズと収束力の関係

定されたビーム電流値と画像出力の関係が図3に示される。双方の線形性が確認されると共に遅延時間を操作することにより、CCDの測定レンジに光の強度を調節することができ非常に有用な方法であることがわかる。図4に四極電磁石の収束力とスクリーン上でのビームサイズの関係が示される。エミッタンス ϵ は、

$$\epsilon = \pi r_0 r_{\min} / L \quad (1)$$

$$r = [L^2 r_0^2 (f^{-1} - f_{\min}^{-1}) + r_{\min}^2]^{0.5} \quad (2)$$

ここで、 L はスクリーンと四極電磁石の距離、 f は収束力、 r はビームのサイズ、 \min 、 0 の添字は最小値と四極電磁石の位置をそれぞれ示す。これより、エミッタンスは、水平方向 $\epsilon_x = 1.4 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ 垂直方向 $\epsilon_y = 0.96 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ であった。

(2) エネルギー分析

エネルギー分析は、分析電磁石(ラーマ半径 $R_0 = 0.1 \text{ m}$ 、入り口スリット $S_1 = 1.9 \text{ mm}$ 、出口スリット $S_2 = 1 \text{ mm}$)を用いて行われた。本測定法の詳細については、[2]を参照されたい。バンチャーとプリバンチャー2との位相調整後の測定結果が図5に示される。ビームのピークエネルギー $E = 5.1 \text{ MeV}$ であり、エネルギー分散 $\Delta E / E = \pm 3.5\%$ であった。本測定におけるスリット幅とラーマ半径によって決定される測定系の誤差[2]は1.6%であるため、実際のエネルギー分散は1.9%である。図6に双方の位相差とエネルギー分散、出力ビーム電流値の関係が示される。これより位相調整を十分行えることがわかる。

4. まとめ

電総研リニアックTELLの新しい入射器の運転が開始された。NIJI-IVの単バンチ入射

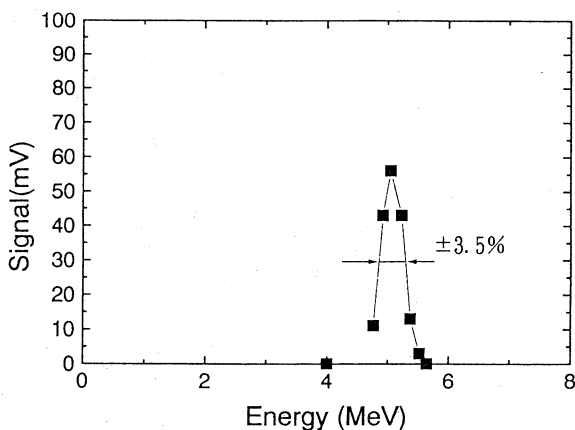


図5 エネルギー分析結果

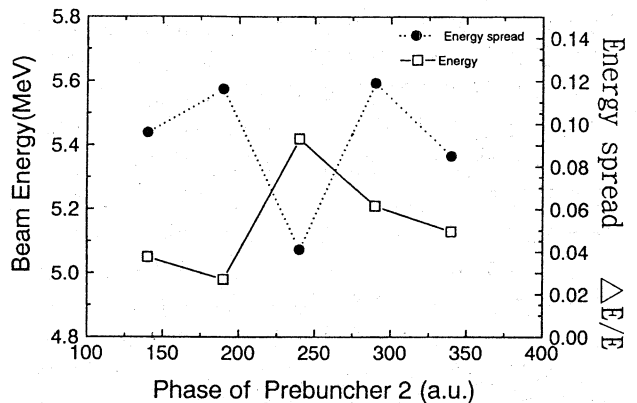


図6 バンチャーとプリバンチャー間の位相とエネルギー及びエネルギー分散の関係

に用いる 2 ns ショートパルスビームのエネルギー分析及びエミッタンス測定が行われた。エミッタンス測定では、電子銃にY646Bを用いたことにより低いエミッタンス値が得られた。また、エネルギー分析の結果より、バンチャーとプリバンチャー間の位相調整を行えることが示された。

現在の電子銃部の真空の程度は十分とはいえず、電子銃(カソード)の寿命を延ばすため今後、電子銃部のイオンポンプの増強を予定している。

参考文献

- [1]R. Suzuki, T. Mikado, H. Ohgaki, M. Chiwaki, K. Yamada, N. Sei, S. Sugiyama, T. Noguchi, T. Yamazaki and S. Okabe, Proc. 18th linear accelerator meeting in Japan, 1993 p.426.
- [2]M. Yokoyama, M. Kawai, S. Hamada, T. Yamazaki, T. Noguchi, T. Mikado, S. Sugiyama, K. Yamada, M. Chiwaki, H. Ohgaki, R. Suzuki, T. Ohdaira, N. Sei, and S. Okabe, Proc. 19th linear accelerator meeting in Japan, 1994 p.163.
- [3]M. Yokoyama, et al. Nucl. Instr. and Meth. A341(1994)367.
- [4]M. Yokoyama, et al. Rev. Sci. Instrum. vol.66 (1995)2796.
- [5]Y. Hashimoto, M. Muto, K. Norimura and K. Watanabe, Proc. 8th Symp. on Accelerator Science and Technology, RIKEN November 1991, p.314.