

Katuo Mashiko, Nobuyoshi Akiyama, Yukio Nobusaka,  
Masahiro Kitajima, Yuuki Kawarasaki and Akira Asami\*

Division of Physics, Japan Atomic Energy Research Institute  
\*National Laboratory for High Energy Physics

## ABSTRACT

A high-current injection electron gun for the JAERI linac has been designed and assembled. This has been bench-tested. The gun-grid driving pulser has been newly wired and the main gun pulser has been modified.

Details both on the test procedure and on the operational performance of the linac are described. Typical performance of the linac equipped with the new injector system is as follows; peak current of 6 A in 20 nsec. wide beam pulses at 130 MeV. This value corresponds roughly twice to previously attainable ones.

原研に於けるリニアックを利用した核物理実験は、飛行時間法による中性子断面積の測定が中心となっている。最近、高分解能で MeV 領域の中性子を測定できるようになってきたこともあって、短パルス幅で強度の強いビームと繰返周波数(600 PPS<sub>以上</sub>)を高くする必要性が強まっている。これまでに設計、製作されていた大電流電子銃を今年3月リニアックに取り付けて、4月から加速を開始した。この結果、電子エネルギー130 MeV、パルス幅20 nsec、パルス繰返300 PPSで尖頭電流6 Aのビームを加速することができた。これは、改造前の加速ビームの尖頭電流2.9 Aの2倍以上のビーム強度となった。この改造の経過と結果について報告する。

## 1. 電子銃設計製作の経過とテストベンチによる電子銃特性

数年前の国内では、酸化物含浸形カソードからの放出電子の電流密度は、1100°Cで3 A/cm<sup>2</sup>、1200°Cで5 A/cm<sup>2</sup>であった。原研では、カソードに対する仕様として電流密度4 A/cm<sup>2</sup>とし、1~100 nsecにおいて尖頭電流20 Aを想定して検討した。しかし、カソードの使用状態での寿命なども考慮し、余裕をみて放出電流密度を3 A/cm<sup>2</sup>とした。カソードは、球面状で直径25 mmφである。又、nsecパルスの電子銃への伝送を整合させるために、電子銃カソード、グリッド支持構造体を50 Ω同軸型とし、三菱電機に製作を依頼した。三菱電機は、基本仕様に基づき初期形状を電解槽で電極形状を決定した後、電子銃軌道解析プログラム<sup>2)</sup>で種々の電極形状についてのビーム軌道計算をして最終電極形状を決め製作した。原研においてもこの解析プログラムによる計算を行い確認した。1979年に原研に納入された電子銃の基本特性を表-(1)に、構造の概略を図-(1)に示す。

原研では、この電子銃の特性を確認するため図-(2)に示すテストベンチを製作して1980年度中にテストベンチによる電子銃特性測定を行った。テストのため電源及びモジュレー

アノード電圧	120 kV (パルス幅 4 μSec)
カソード電流	15 A (パルス幅 5~100 nSec) 8 A以上 (パルス幅 0.1~2 μSec)
パルス繰返周波数	600 P.P.S. (パルス幅 2 μSecの時)
グリッド電圧	2 kV
カットオフバイアス	500 V以下
パービアン	0.361 マイクロパービアン
アノード直径	10 mmφ
カソード直径	25 mmφ
グリッド対カソード間隔	1.56 mm
グリッド対カソード 静電容量	3.5 pF
グリッドメッシュ	鳥の甲状
$\bar{r}_c/\bar{r}_a$	2 ( $r_c = 65 \text{ mm}$ )

た、パルストランス、グリッドパルサーなどは、自家製で組立てた。テストベンチは、図-(3)に示す空間的に絶縁された同心円状の4分割ビーム

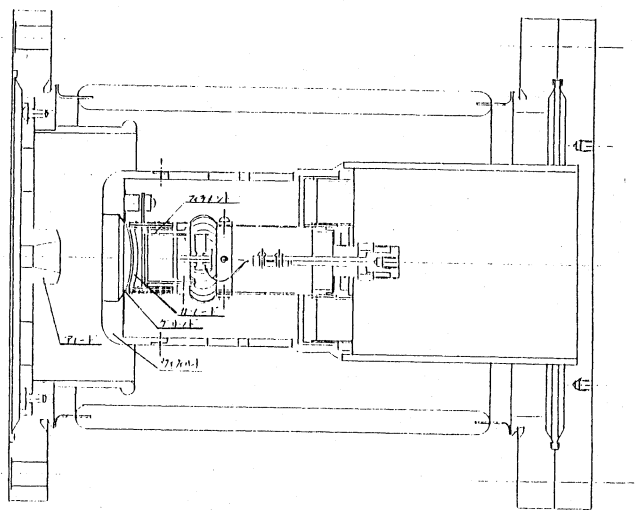
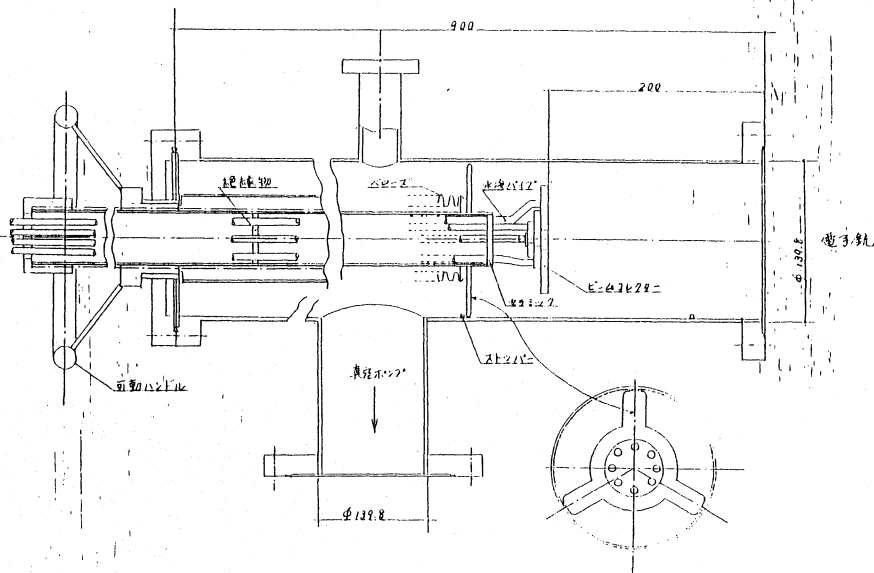


表-(1) 電子銃の基本特性

図-(1) 電子銃構造図



コレクタを約200mm可動させることができる構造である。これによつてアノード通過後の電子の空間的な密度分布を測定した。測定結果を図-(4)~(7)に示す。測定結果としては、(1)エミッション電流値は、仕様値を感えている。(2)アノード通過後、100mmの位置で12mmφの中を通過するビーム電流を測定した。

図-(2) テストベンチの概要

結果は、パルス幅1 μsecで全放出尖頭電流15 Aのとき72%であり、パルス幅0.1 μsecで全放出電流21 Aのとき84%であった。パルス幅10 nsecのときは、0.1 μsecのパルス幅とほぼ同じ84%であった。(3)アノード透過率は、計算によると、電子ビーム14.69 Aで100%であった。測定結果は、97%±3%内ではほとんどのビームが透過される。(4)カットオフバイアスは計算のとおりであった。(5)印加カソード電圧は、設計値120 kVに対し125 kVが適正電圧であった。

結果は、パルス幅1 μsecで全放出尖頭電流15 Aのとき72%で

2. 大電流電子銃取付後のリニアック特性

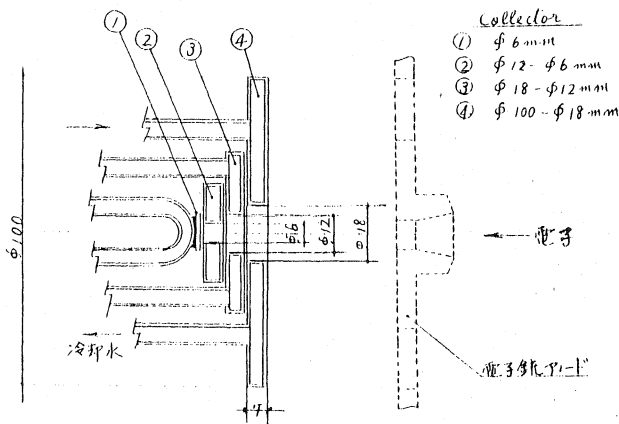


図-(3) ビームコレクター

電子銃とそのグリッドパルサーの交換は、新3m加速管の交換作業やその他の補修工事などと同時に、3月末に全ての改造作業が終了した。4月初旬にリニアックの特性測定を行った。電子銃周辺の真空が十分にエージングされていないためフィラメント入力には80W（定格90W）とした。電子銃の全放出電流は、パルス幅10mSecで8A、20~30mSecで12~14A、1μsecで15Aを得た。この電子銃出力電流を加速した結果、リニアックの加速特性は、表-(2)の通りであった。

この値は、改造前の最大加速電流2.9A<sup>3)</sup>、パルス

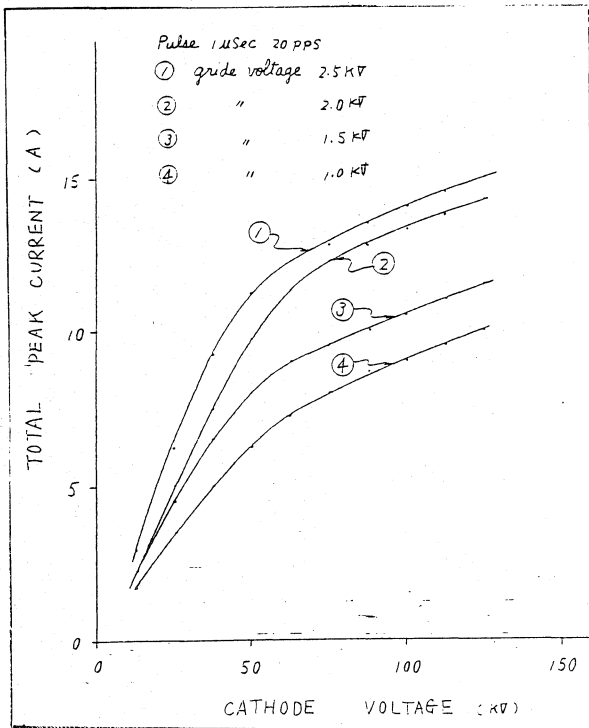


図-(4) カソード電圧対全放出電流

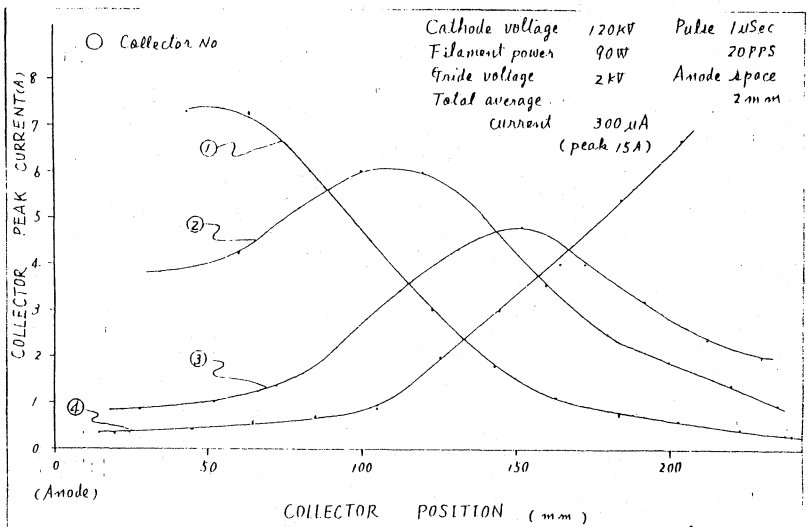


図-(6) コレクターポジションとビーム先端電流

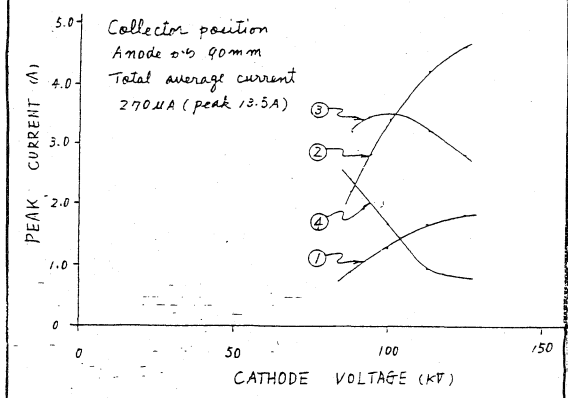
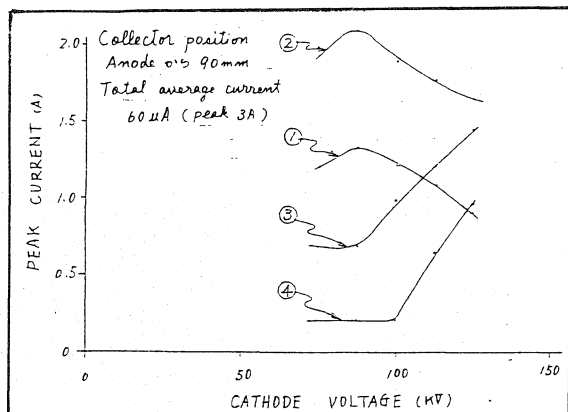


図-(5) カソード電圧対コレクター電流

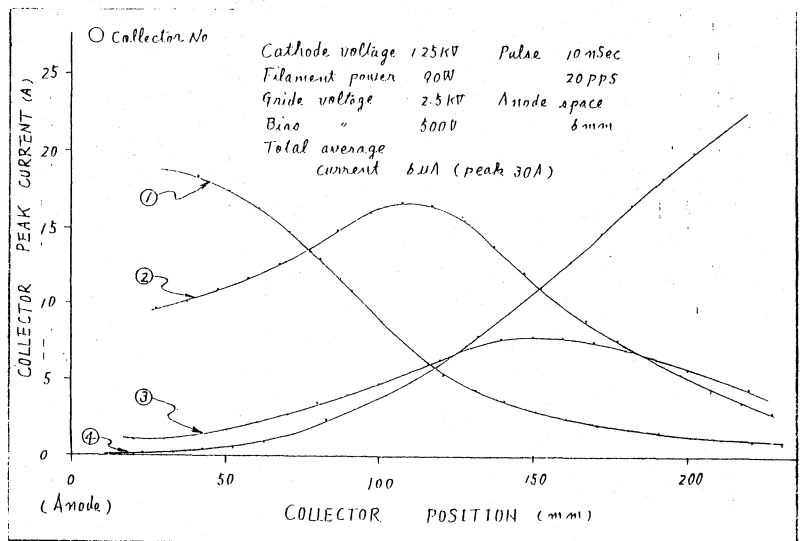


図-(7) コレクターポジションとビーム先端電流

幅30mSecに対し、改造後は、パルス幅30mSecで4.1Aであり、パルス幅20mSecでは、6.0Aを加速している。このときの電子銃の全放出電流は、11Aでリニアック全系の透過率は、55%となっているが、全放出電流を8Aに抑えたときターゲット先端電流は、5Aで全系の透過率は、62.5%になる。透過率を下げているのは、バンチャーと第1加

速管である。現在の運転条件は，電子エネルギー 130 MeV，パルス繰返 300 PPS，パルス幅 20 nsec でターゲット先端電流 5 ~ 6 A である。

電子エネルギー	パルス幅	先端電流	パルス繰返
136 MeV	10 nSec	7.3 A	150 PPS
127 MeV	20 nSec	6.0 A	300 PPS
127 MeV	30 nSec	4.1 A	300 PPS

### 3. 結び

- (1) 今回の電子銃は，電解槽や計算機によ，て設計され性能的には，良くできている。しかし，フィラメント，カソード ASS'Y に機械寸法精度の悪い部分と表-(2) ショートパルスの加速特性値立に特殊技能を要する点があ，てその部分の手直し製作を行，た。これらについては，今後も改良の余地が残，ている。
- (2) ショートパルスに於ける加速ビームの先端電流の増大により，中性子発生強度は，2倍以上となり測定 S/N 比が向上した。同時に従来，パルス幅 30 nsec 運転であったが今後，パルス幅 20 nsec 運転となり分解能も向上することになった。
- (3) ショートパルスの加速ビームは増大した。パルス幅 20 nsec で 6 A 以上の加速が得られない原因については，入射系のプレバンチャ，バンチャー，集束系などに問題があると思われる。
- (4) 0.1 μsec 以下のショートパルス発生のためグリッドパルサーとカソード，グリッドの機械的構造の改良が必要である。

#### (1) PROCEEDINGS OF THE 1978 LINEAR ACCELERATING MEETING IN JAPAN

AUG-31 ~ SEP-2 (1978) P50~53 原研益子他5名

#### (2) デジタル計算機による高パービアンス電子銃の解析

1966.5.13 電気通信学会 東大工 二宮，丈越，神内

#### (3) 加速管交換トリニアックの特性測定

第4回ライアック研究会報告集 P32~34 原研浅見他8名