

Y. Hosono, K. Hasegawa, A. Asami\* and S. Ohsawa\*

Department of Nuclear Engineering, Faculty of Engineering, University of Tokyo

\*National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

An electron gun for a nanosecond pulse linac has been built and tested. The gun cathode is driven with a cathode pulser which consists of an avalanche transistor pulser and a parallel triodes amplifier. The amplifier is installed in an end hole of the electron gun and provided for power amplification and polarity change of the output pulses of the avalanche transistor pulser. Measurements with a test bench show that the electron gun can deliver 2ns pulse beams with currents larger than 1A.

はじめに

シングルバンチビーム加速用の電子銃としてカソードパルサーを内蔵したシステムを試作した。電子銃の概要をFig. 1に示す。電子銃は約10cmφの空洞となっており、カソード・ヒーターはリケット方式となっている。このため、同軸型電子銃と違ってカソードにパルサーを直結でき、パルサーとカソード間の反射を少なくできると言う特徴がある。

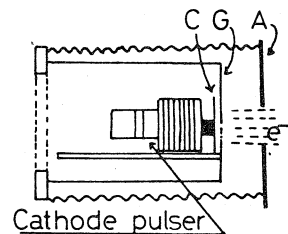


Fig.1 Schematic of gun

この電子銃は市販のカソードを利用して、グリッド接地、カソード入力方式である。カソード駆動方式のため、大電流出力の高速パルサーが必要である。

シングルバンチビームを加速する場合に用いられるカソード(グリッド)パルサーの回路構成は、(1)板極管を用いる、(2)アバランシェトランジスタを並列に用いる等の方法が用いられてきた。 (1)の場合、パワーをとる事ができる反面、教段重ねると大きくなってしまふ欠点がある。

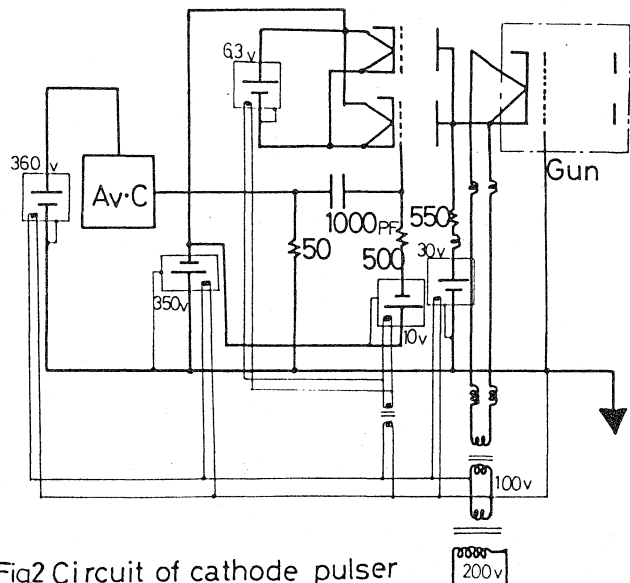


Fig.2 Circuit of cathode pulser

(2)の場合は大電力パルスを出すのが困難で、シリーズにしたトランジスタをさらに並列にしなければならぬ極性反転も必要であり、調整が難しくなると言う欠点をもっている。

これらの方法に対し、数段の板極管とアバランシェトロンジスタを組み合わせる方法及び京大ライナックで行われてきたが、われわれは最終段のパワーを要する所のみ板極管を使用しアバランシェトロンジスタの高速化を計った回路を開発した。この回路は従来にない高速のもので、かつ、電子銃の中に組み込むことのできる程小型軽量のものである。

本研究はKEK・ピコ秒パルス電子線加速およびトリスタンショートパルスビーム打込み用電子銃の製作を目的とし、テストベンチを使って実験を行なった。これは仕様を十分に満たすものであることが明らかになった。(要求される特性は立上り/立下り時間:1ns,半値幅:1ns,ピーク電流:数A)

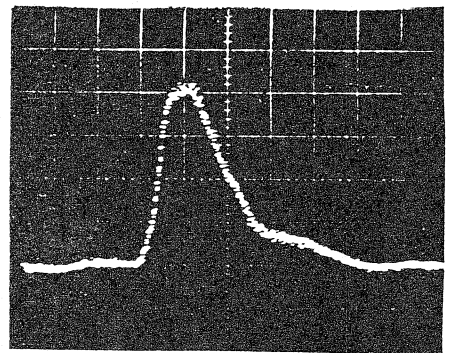
### §2. 原理

試作したパルサーの回路図をFig.2に示す。周回A・Cと略してあるのはアバランシェトロンジスタ回路で、市販のトロンジスタ(2SC97A)を3段シリーズに接続した回路となっており、約600pFの立上り時間でピーク電圧約70V(50Ω負荷)を発生することのできる。

この出力を板極管(7211)のグリッドに加えている。板極管を並列にしているのはパワーをとり出すためで、グリッド電圧にもよるが600Vを加えると約9A(立上り, 立下り時間1ns)の出力が得られる。回路図では板極管のグリッドを直接電子銃カソードに接続しているが、これはパルサー出力を最も効率よく電子銃に与えるためである。

図からも明らかのように、パルサーは単純な回路構成となっており、全体の大きさは6cmφの円筒に入るものである。

アバランシェトロンジスタ出力波形をFig.3に示し、カソードパルサー出力波形をFig.4に示す。Fig.3で立上りに比して立下りが遅くなっているが、これは回路構成およびミスマッチングによるものと思われる。Fig.4の波形に反射が入っているが、これはパルサーの作り手、測定法に起因する。板極管と電子銃カソードを結ぶラインを短くすればなくなると期待される。



16v/div(50Ω) 1ns/div

Fig.3 Waveform of avalanche pulser output

### §3. 実験方法

実験はKEK・PF入射器のテストベンチを行なった。その方法をFig.5に示す。パルサーは電子銃の中に組み込み(ソケットで入るようになっていて)、パルサーの高圧電源等を高圧

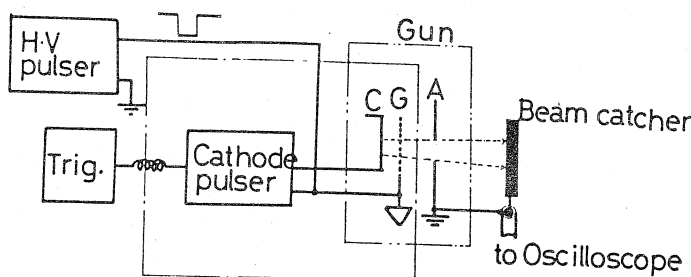
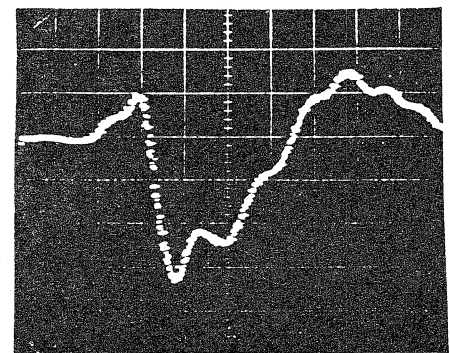


Fig.5 Measuring system



24A/div 500ps/div

Fig.4 Waveform of cathode pulser output

デッキの上に乗せて行なった。この時のビームモニタはマルチバンチ用のビームキャッチャーを用いた。実験はガンパルサーを90kVまで行なった。なおこの時の真空度は $10^{-8}$  Torrのオーダーであった。

#### §4. 実験結果および考察

ガンパルサー75kV、板極管バイアス350V、ガンバイアス30Vのときの出力ビーム波形をFig.6に示す。これは500MHzのテクトロオシロスコープを用いて測ったものである。電子銃より放出されたビームがカソードパルサー出力より広くなって1ns以上となっているのはモニタに問題があり、実際は1nsぐらいと考えられる。

屈より明らかのように、ピーク電流は1.1Aの出力があり、パルスが積分されているとするならば、実際は数10%程度増加するのではないかとと思われる。

また、この時のヒータ電流は定格よりもかなり低く、(少々の不良による接触抵抗によるものと推定される)約半分の電流であった。このため、定格のヒータ電流を加えるならば数倍のピーク電流が出る可能性がある。

Fig.7に板極管プレートバイアスを変化させたときのビーム電流特性を示す。

#### §5. 結び

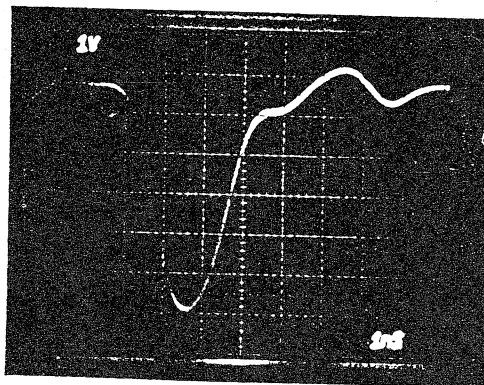
カソードパルサーを組み込むタイプの電子銃およびパルサーについて述べた。

このパルサーの最大の特徴は応答速度が早く、ピーク電流が9Aとれ、かつ小型であると言う点である。

また、組み込みタイプのため、ガンのカソードと板極管スレートの間の距離が短かくでき、効率良く反射を少なく、信号を送ることできる。

本方式は今後シングルバンチ加速用電子銃として有効な手段となるものと思われる。

今後の課題としては測定系のノイズを減らし、モニタを同軸タイプにして正確な波形を観測することとされる。



0.2 A/div. 1ns/div.  
Gun heater current=0.74A Bias=10v  
HV=75Kv  
Fig.6 Waveform of output beam

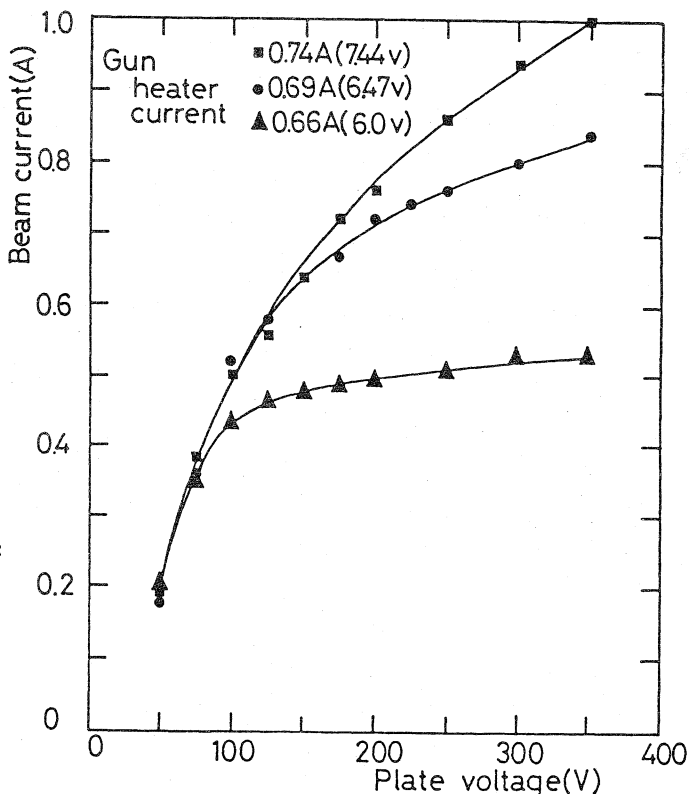


Fig.7 Beam current vs Plate voltage