

DESIGN AND SIMULATION OF GRID PULSER FOR
SHORT PULSE ELECTRON GUN

T. Ueda, H. Kobayashi, T. Kobayashi and Y. Tabata
Nuclear Engineering Research Laboratory,
Faculty of Engineering University of Tokyo

ABSTRACT

In the injector system of the 35 MeV linac at Nuclear Engineering Research Laboratory, (NERL) Univ. of Tokyo, pulse width (FWHM) of a gun emission should be shorter than 800 ps. We have developed a grid modulator which can be attached directly to the grid-cathode assemble. In this system, it is impossible to monitor the working condition of the grid modulator during operation. Computer simulation of the circuit has been carried out. Results of calculations well agree with measurements of output beams.

1 <はじめに> 東大35Lライナックスシステムではピコ秒単パルスビームを得るためには電子銃の出力電流波形の半値幅が800PS以下でなければならない。電子銃からの短パルス、大電流を取り出すためには(1)電子銃の高周波特性が良いこと。(2)グリッドパルサー出力の短パルス化。(3)電子銃への効率の良いパルスの伝送(パルス幅、印加電圧)等の条件を満足しなければならない。ここでは、主に(3)について報告する。

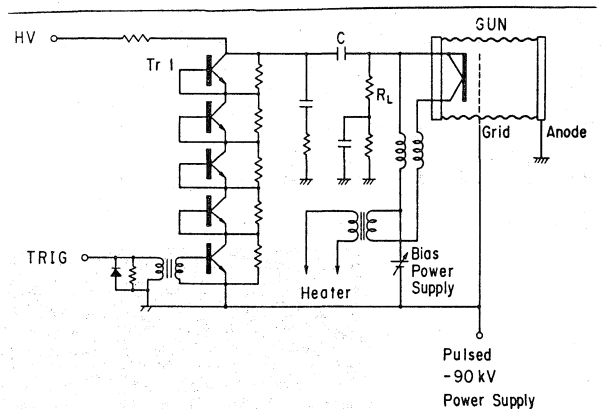


Fig-1 電子銃及びグリッドパルサーシステム

2 <電子銃及びグリッドパルサーシステム>

システムの回路図をFig-1に示す。電子銃は3極管であり、出力電流はグリッドの印加電圧波形にて制御される。アノード・グリッドには-90KVのパルスを加える。電子銃カソードはY-796(アイマック社)を使用しており、グリッドパルサーはアバランシェ回路を用いて半導体化している。

3 <埋め込み型グリッドパルサー>

電子銃の型にグリッド・カソードの入力インピーダンスで分類すると2種類考えられる。高インピーダンス型: Cut-off Biasが高く高電圧(~1KV)を印加する必要があるがパルスの伝送は 50ohmケー

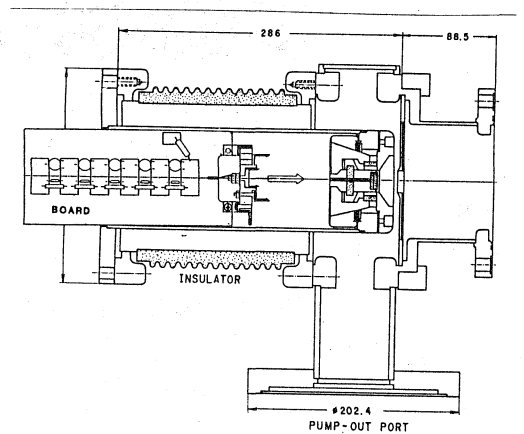


Fig-2 電子銃と埋め込み型グリッドパルサー

ブルが使用できる。(B) 低インピーダンス型：大電流短パルス用として開発されCut-off Biasが低い
 ため印加電圧は100V程度
 であり、入力インピー
 ダンスが低いため50ohmケ
 ーブルは使用できず、グリ
 ッドバルサは電子銃の後
 部に直接取り付け方式を

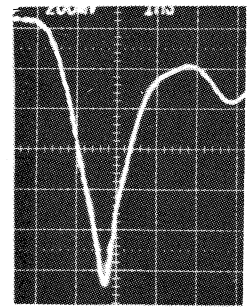
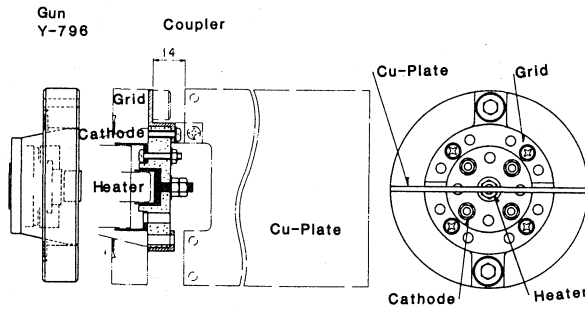


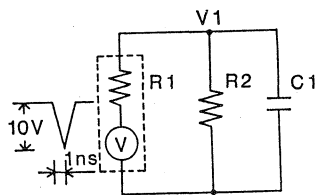
Fig-3 電子銃カップラー Fig-4 グリッドパルス波形
 20V/div 1ns/div

Fig-2に電子銃に組み込まれた状態を示す。又、グリッドバルサを取り付けるカップラーをFig-3に
 示す。Fig-4に出力波形を示す。

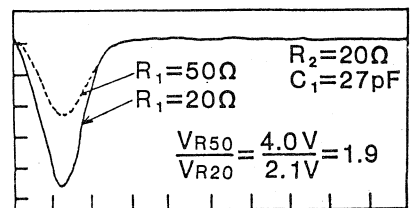
4 <グリッドバルサの出力インピーダンスを下げる効果のシュミレーション>

Fig-5に等価回路をしめす。

結果をFig-6に示す。グリッド
 パルスの出力インピーダンス
 R1を50ohmから20ohmに下げた時
 に約2倍の電圧がグリッド・カ
 ソード間に加わることが分かる。
 (条件は電子銃の入力動作抵抗



R1 : グリッドパルス出力インピーダンス
 R2 : 電子銃入力動作抵抗
 C1 : 電子銃入力容量 (実測 27pF)



0.6V/div 1ns/div

R2を20ohm、又入力容量C1を
 27pF(実測)で計算した。)

Fig-5 シュミレーション等価回路(1) Fig-6 グリッドパルス

出力インピーダンス
 低減の効果

5 <グリッドパルス印加の静特性実験>

グリッドパルスの出力にカップラーと電子銃の球を負荷とした時の各波形を測定した結果をFig-7
 、8、9に示す。(但し、電子銃にはヒータ及び高電圧は加えない。) Fig-7はグリッドバルサの出力
 にRL(20ohm)の抵抗を付けたとき、Fig-8はカップラーを取り付けリード線(2.5cm)で接続したときのRL
 での波形。Fig-9は更に電子銃の球を取り付けた時のRLでの波形。実験の結果よりグリッドバルサの
 負荷の状況により波形が大きく変化していることがわかる。

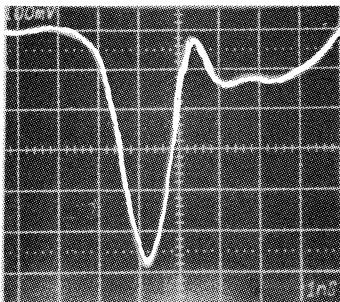


Fig-7 負荷 RLのみ
 25V/div 1ns/div

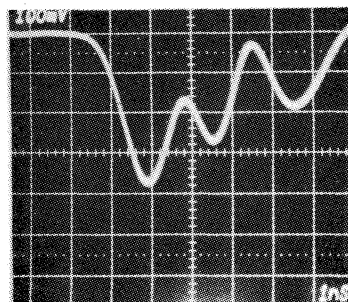


Fig-8 カップラーの取付
 25V/div 1ns/div

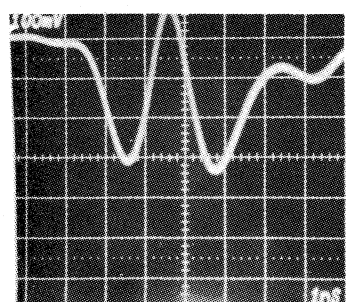


Fig-9 カップラーと電子銃を
 取り付ける 25V/div 1ns/div

6 < 静特性実験のシュミレーション >

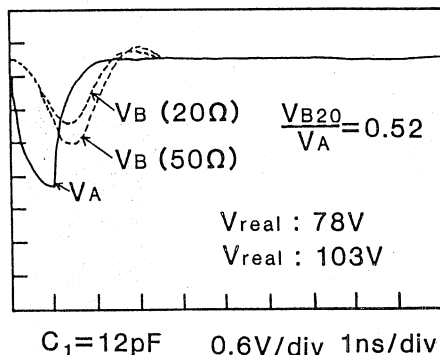
等価回路をFig-10、結果をFig-11に示す。(但し, Fig-10で電子銃の動作抵抗R3がないとき) Fig-11の結果でC2=10pFはFig-7に相当し、C2=37pFはFig-8に相当している。C2=37pFは電子銃の入力容量(27pF)とカップラーの容量(10pF)を加えたものである。どちらも実験結果と良く一致しており、等価回路の妥当性を表している。

7 < 電子銃動作時のグリッド・カソード印加電圧のシュミレーション >

電子銃動作時には入力動作抵抗R3を考慮しなければならない。(Fig-10参照) Fig-12にその結果を示す。VAはグリッドパルサーの負荷RL=20ohmのみの時の波形Fig-4に相当しており波線はR3=20ohmとR3=50ohmの時のグリッド・カソードに印加される電圧である。Fig-6とFig-12の結果よりグリッド・カソードに加わる実電圧は103V(R3=50ohm)、78V(R3=50ohm)と言う結果が得られた。これはステップ電圧の16%と12%に相当している。次にカップリング・コンデンサーを12pFから34pFに変えたときのグリッド、カソードに印加される電圧のシュミレーション結果をFig-13に示す。Fig-13の結果より電圧は2.4倍に増加している。この場合、ピーク電圧でステップ電圧の29%が印加され、また、実効電圧(Cut-off Bias以上でベース1.4ns)も14%が印加されることが分かる。

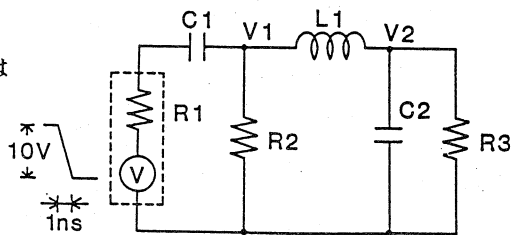
8 < 結論 >

埋め込み型グリッドパルスのパルスの伝送が等価回路を用いて明らかにされた。現時点では立ち上がり1nsのステップ電圧に対してピークで29%、ベース1.4ns以上で14%の電圧がグリッド、カソードに加わることがシュミレーション結果より判明した。今後はテストベンチ等で電子銃直後のエミッションを高時間分解能で測定する技術を開



C1=12PF R3=20ohm R3=50ohm

発しなければならぬFig-12 動特性シュミレーション(1)



- R1 : グリッドパルサ出力インピーダンス 5Ω
- R2 : 負荷抵抗 20Ω
- R3 : 電子銃入力動作抵抗
- C1 : カップリングコンデンサー 12pF
: カップラーの容量 10pF
- C2 : 電子銃入力容量 (実測 27pF)
- L1 : 仮想インダクタンス 10nH

Fig-10 シュミレーション等価回路(2)

静特性	R3	なし
動特性	R3	あり

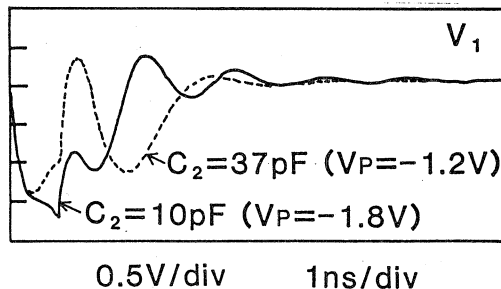


Fig-11 静特性のシュミレーション

- C2=10PF : カップラーのみ
- C2=37PF : カップラーと電子銃

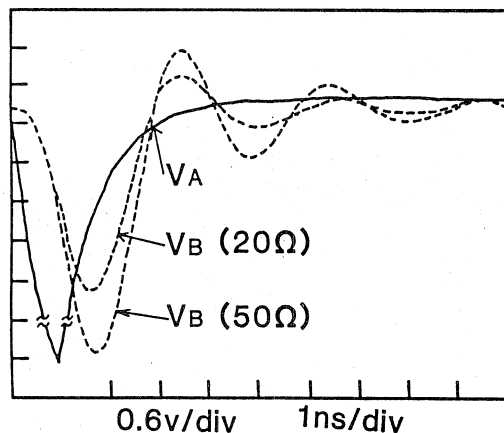


Fig-13 動特性シュミレーション(2)

C1=34PF R3=20ohm R3=50ohm