

GRID PULSER UTILIZED A HYBRID IC FOR AN ELECTRON GUN

Y. Otake, S. Ohsawa, Y. Ogawa, K. Nakahara and A. Asami

National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

Recently, a grid pulser with avalanche transistors has been developed for an electron gun at several laboratories. It became clear that decreasing of a stray capacity and a distributed inductance of the circuit is important for a high speed grid pulser. For this reason, we tried to make a grid pulser with a hybrid IC and made a test. An improvement of the characteristic is obtained.

ハイブリッドICを利用した電子銃用グリッドパルサー

I、序

高エネルギー物理学研究所の陽電子発生装置では、陽電子の変換標的による変換効率が約1/1000程度であり、10 mAの陽電子を得るためには10 Aの1次電子ビームを必要とする。またトリスタンの実験で主リングのシングルバンチを得る必要性からパルス幅は2 ns以下（以下パルス幅はベース幅）が必要とされている。

このことは陽電子発生装置の電子銃からは、サブハーモニックバンチャーによるパルス幅の圧縮を考えても10 Aで4 nsの電子ビームを必要とする。現在この値はほぼ満足しているが、より多くの陽電子が望ましいのは明かで、そのためより多くの電子銃からの電子ビームが必要とされ、この為には電子銃をドライブしているグリッドパルサーの高出力化（電圧、電流）及び高速化が必要である。このことは電子銃が基本的に3極管であり、グリッド-カソード間の振込電圧によりエミッション電流が決定されていること、また陽電子発生装置の電子銃の様にカソードドライブを行っているので直接グリッドパルサーに負担がかかるという2つの理由がある。

現段階でのグリッドパルサーの開発状況では、カンプタイプのトランジスタのリード線などの浮遊容量や分布インダクタンスの影響により、スピードが制限されていると言う見解が一般的であり（これにより出力電圧も制限されている。）、これを克服することが重要である。浮遊容量や分布インダクタンスを低減するためには、トランジスタのリード線を短くするのがよい方法であり、そこで今回は全体を小さく作ることを目指し、そのためハイブリッドICによるグリッドパルサーを製作することを試みた。結果として一応の向上が見られたのでここに報告する。

II、電子銃とグリッドパルサー

これまでの研究によって、電子銃のグリッド-カソード間の振込電圧の問題やエミッション電流に依存するグリッド-カソード間インピーダンスとグリッドパルサーの出力インピーダンスの関係の問題などが解り、その結果として4 ns幅で10 A程度の電子銃エミッション電流が取れるようになった。しかしオキサイドカソードの性能から見ると12-13 A程度のエミッション電流は可能であり、グリッド-カソード間の振込電圧がまだ足りないのはほぼ明らかである。

多くの研究所等で2N5551と言うトランジスタが使われているが、これは1段あたりの V_{CE0} (160 V) が高くグリッド-カソード間の振込に対しては有利である。本研究所の陽電子発生装置でもこのトランジスターを4段にしており、負荷インピーダンスが16.6 Ω で190 V程度の出力が得られている。図1にグリッドパルサーの一般的な回路を示す。この回路で12 A-13 Aで4 nsec幅の電子ビームを出そうとすると、現在のこのトランジスタでは不可能だが、他に適当なトランジスタも見つかっていない。この現状では性能が頭打ちで別の方法を考

えるしかない。

カントタイプのトランジスタを使ったグリッドパルサーの回路はリード線などの浮遊容量や分布インダクタンスが無視出来ないほどにあり、高周波的にみると回路のスピードを遅くしている。この例として図2¹⁾にトランジスタの分布インダクタンスを変えたときの出力波形のシミュレーションを示す。この結果から解るように回路の分布インダクタンスを小さくするだけでも立ち上がりは早くなり、いかに回路の分布インダクタンスや浮遊容量がグリッドパルサーの出力波形に影響しているかがわかる。

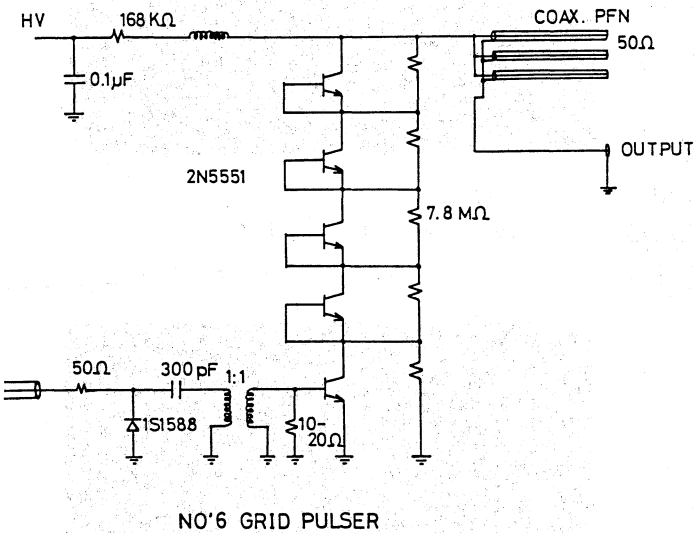
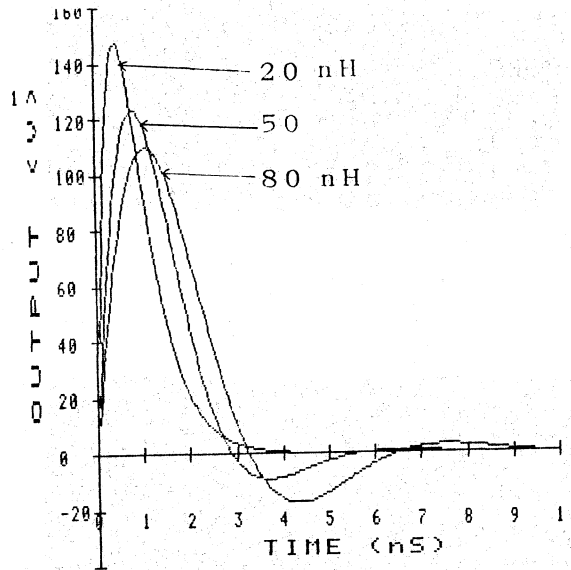


図1²⁾



分布インダクタンス可変
図2¹⁾

Ⅲ、ハイブリッドICグリッドパルサー

製作したハイブリッドICグリッドパルサーを図3に示す。大きさはカントタイプのトランジスタで製作したものより1/4程度と小さく、2N2222Aのチップトランジスタと1MΩのチップ抵抗により構成されており、基板はエポキシである。トリガー用のトランスと高電圧部の充電用R、C及びPFN用同軸ケーブルはハイブリッドICのピンに外付けする様になっている。ICの基板は、3段から7段の間の任意の段数のトランジスタによりグリッドパルサーが構成出来るようになっており、トリガーは2段目まで入力出来るように設計してある。

図4にトランジスタ7段のハイブリッドICによるグリッドパルサーとカントタイプのトランジスタによるグリッドパルサーの出力波形を示す。また図5に上記の2種のグリッドパルサーのトランジ

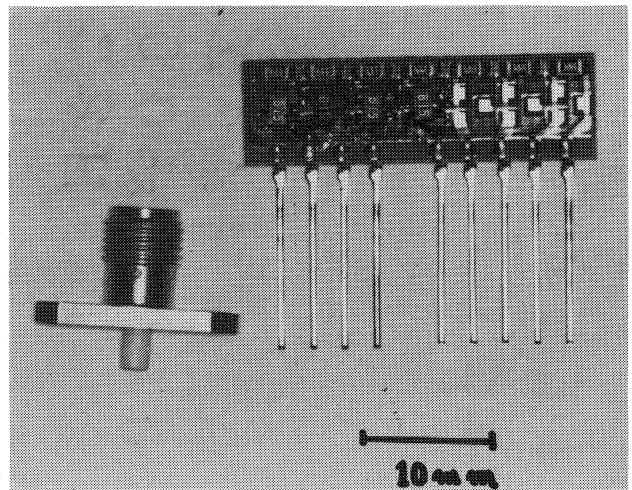
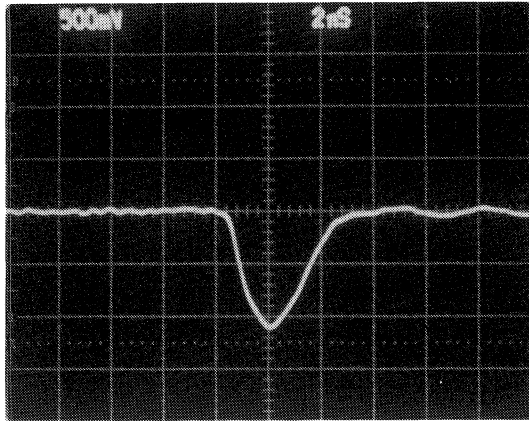
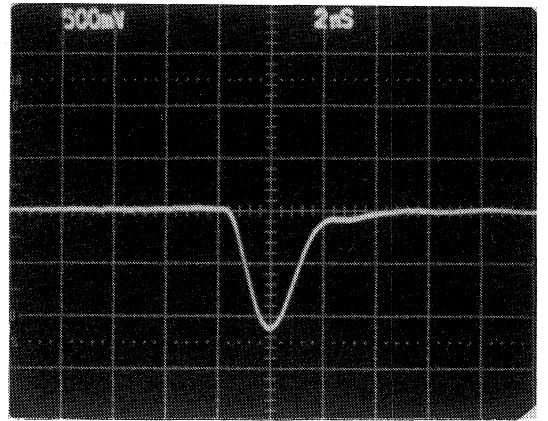


図3

スタ 3 段の場合のビーム波形を示す。明らかに性能が向上しているのがわかる。

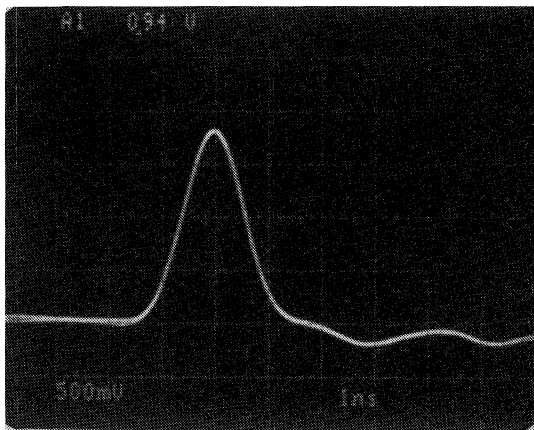


カントイプトランジスタ

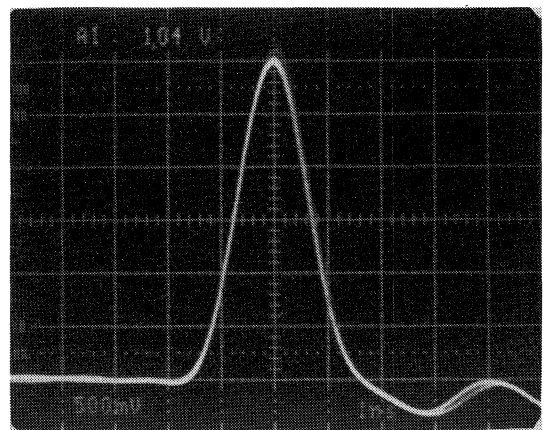


出力 = 電圧 × 100
Z = 50Ω
ハイブリッド I C

出力波形
図 4



カントイプトランジスタ



ビーム波形
図 5
ハイブリッド I C

IV、結論

このハイブリッド I C を利用したグリッドパルサーは当初の予想どおり高速化し、7 段のグリッドパルサーで半値幅で 1.4 倍弱のパルス幅の減少がみられた。このことで陽電子発生装置で使用しているグリッドパルサーの出力電圧を (パルス幅を固定) 1.4 倍程度 (260 V) 上げることが出来、13 A 程度の電子銃のエミッション電流が期待できる。しかし残念ながら現在のところ 2N5551 というトランジスタのチップバージョンがなかなか手に入らないので、このトランジスタで試みるまでには至っていない。

参考文献

- 1) S.Ohsawa et al; GRID PULSER FOR THE SHORT BEAM ELECTRON GUN OF THE PF LINAC, KEK Report 86-8, December 1986.
- 2) Y.Otake et al; SHORT PULSE GRID PULSER FOR THE GUN OF THE POSITRON GENERATOR, Proc. of the 10th Meeting on Linac in Japan (Tohoku Univ. 1985), p.41