ELECTRON GUN SYSTEM FOR BOTH OF SHORT AND LONG PULSE BEAMS

S. Ohsawa, T. Shidara, T. Urano, T. Ozaki*, S. Anami,
A. Asami and J. Tanaka

National Laboratory for High Energy Physics
* Nihon University

Abstract

A short pulse grid pulser and its associated circuits for the gun has been developed to satisfy the requirements of single bunch operation in the TRISTAN Accumulation Ring and the PF ring. In addition, with a long pulse grid pulser used so far the system enables to switch a long (short) pulse to a short (long) pulse operation in a very short time. Also described is a high voltage pulse modulator for the gun recently manufactured.

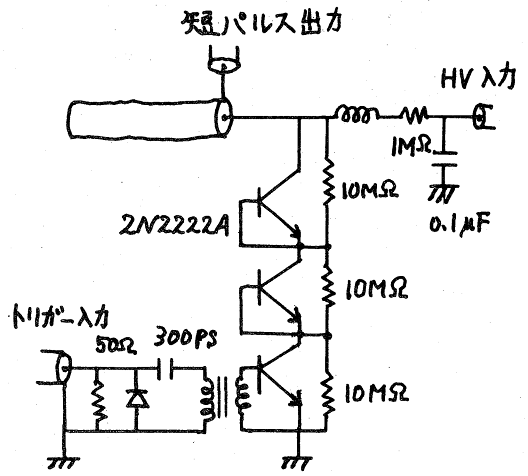
1. まえがき

放射光2.5GeV リニアック用に開発した長短パルス汎用電子銃システムについて報告する。 これは、PFリングに入射するマイクロ秒幅の長パルスビームと，トリスタンの蓄積リング（AR）又はPFリングに入射するナノ秒幅の短パルスビームの2種類のパルスビームを，1台の電子銃で供給するために開発したものである。 各ビームには，それぞれ対応するカソードパルサーとトリガー系があり，遠隔操作でトリガーを選択することにより2種類のビームを切り換えることができる。 以下短パルス用のものを中心に報告する。

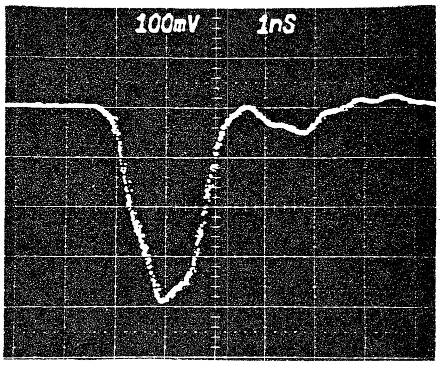
2. 短パルス用カソードパルサーとビーム電流

ARとPFリングの単バンチ運転を実現するには，電子銃から入射されるビームの幅が，リングの加速マイクロ波の1周期程度（2.5nS）以下である必要がある。 このため，短パルスカソードパルサーの開発を行い昨年12月にPFリングとARで単バンチ運転を実現することに成功した。

このパルサーは，アバランシェ・トランジスター（2N2222）を3段シリーズにして同軸ケーブルに蓄えられた電荷をスイッチングして負の出力を得るものである。第1図に示すように構造は極めて単純である。 正の電圧を印加した同軸ケーブル



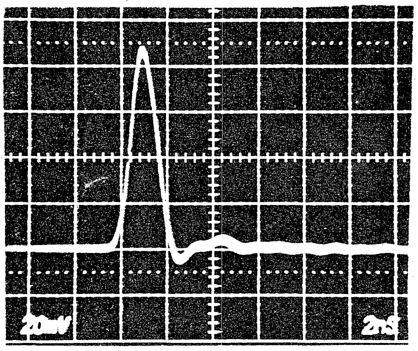
第1図　短パルス用カソードパルサーの回路



第2図　短パルスパルサーの出力波形

ピーク電圧 −120V

50dB減衰後 TEKT. 7904, 7511, S-4, 7T11で測定



第3図　短パルスビーム波形

20mV/div, 2nS/div

ピーク電流〜108mA

の芯線をトランジスターでスイッチングして低電位にすることにより，その同軸ケーブルの外導体に負のパルスを発生させる。パルス幅は上記の同軸ケーブルの長さによって決まる。　PFで使用している電子銃のカソードは，UHF等の増幅に使われる板極管のカソード・グリッド部である。これはグリッドを共通電位にしているので，ビームを取り出すにはカソードに負のパルスを印加することになる。　このパルスを伝送するのに50Ωの同軸ケーブルを使用するが，パルス幅が拡がるのを防ぐために，パルサーを電子銃本体の支持円筒部に収納してケーブルの長さを出来るだけ短くした。

第2図はこのカソードパルサーの出力波形である。これは固定減衰器で50dB減衰させてある。　パルスの半値幅は約1.6nSで，ピーク電圧は約−120Vである。電子銃のカソードには+60Vのバイアス電圧が印加されているので，ビームが引き出されるのはパルサーの出力パルス電圧のうち半値全幅をベースとする先端部分となる。したがって幅2nS以下のパルスビームが期待される。

このパルサーを用いた時の短パルスビーム波形を第3図に示す。　これはリニアックの出口に近い第5セクターのユニット7にあるウォール・カレントモニターで測定したものである。　この時のビーム電流は約108mAであった。　ベースの幅はパルサーの出力波形から期待される値よりも少し大きく2nS以上あるが，これはパルスの伝送に使用した13mの同軸ケーブル(RG58C/U)とシンクロスコープ(TEKT. 7904)による拡がりが加わっているためと考えられる。

3．トリガー信号の低ジッター光伝送

光ファイバーは絶縁性が高く電気的雑音にも強いので，PFの電子銃のようにパルス運転をする装置の高圧部に信号を伝送するのに極めて適している。　特に，トリガー系を2個にすることでパルス幅の異なった2種類のビームを得るシステムでは，チョーク・ト

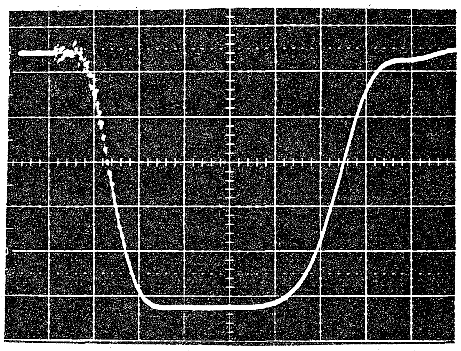
ランスを使う方法と異なり増設が極めて簡単で安価にできる。 長パルスビームの場合でもトリガーを光伝送しているが，短パルス用トリガーの光伝送では特に時間ジッターをビームの幅である2nsに比べて充分小さく押える必要がある。 そこでジッターが50ps以下の光送受信モジュールを新たに開発した。 これらのモジュールでは，それぞれにレーザダイオードとPINホトダイオードを使用している。 光の受信モジュールは小型化して短パルスパルサーとともに電子銃の支持円筒部に納め，全体をシールドしてトリガーの電気信号ラインに雑音がのりにくい構造にした。

4. 長短パルスビームの切り換え

通常の運転モードでは，ARに短パルスビームを随時入射しているので，7～8時間に1度ほどの放射光リング入射ごとに毎回長短パルスの切り換えが行われる。従ってこれは簡単でかつ短時間に行えるものでなければならない。 そこで長短パルス用に2種類のパルサーを準備し，それぞれの出力を電子銃のカソードに並列に接続した。 但し長パルスの出力ラインには小さなチョークコイルを入れて短パルスをアイソレートした。 それぞれのパルサーには光の送受信モジュールを通じてトリガー信号のラインが接続されている。長(短)パルスビームを入射する時は，長(短)パルス用パルサーにトリガー信を送る。主制御室にある押ボタンスイッチでトリガーの出力先を選択することにより，長短パルスの切り換えを極めて短時間に行うことができる。

5. 電子銃の高圧電源

電子銃の高圧電源は従来予備のクライストロンモジュレーター電源を電子銃電源用に一部改造して使用していたが，電子銃専用に新しく高圧電源を製造した。この高圧パルス波形を第4図に示す。 この電源ではノイズ成分のあるラインには全てノイズフィルターやパルストランスを入れたり，配線や束線の仕方に特に配慮したため，モニターラインのノイズはかなり減少した。 しかし，パルスの立ち上りが以前のものよりかなり速くなったためトランスの二次側波形に小さなリンギングが生じた。 これは，PFNの先頭部分でコイル2個をシリーズにしかつコンデンサー2個をパラにして，立ち上りを約1μSまでなますことにより減少させた。



第4図　電子銃高圧電源のパルス波形
100KV, 0.5V/div