

CHARACTERISTICS OF GRID PULSE GENERATOR FOR MULTI-BUNCH BEAM

T.Naito, M.Akemoto, J.Urakawa, H.Hayano, M.Yoshioka

KEK, National Laboratory for High Energy Physics,
1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305 Japan

Abstract

For future lineare collider, Accelerator Test facility(ATF) is under construction at KEK. The ATF accelerates 20 bunches of multi-bunch beam which has 2×10^{10} electrons in one micro-bunch with 2.8ns spacing. To generate the beam with thermionic gun, we are developing a grid pulse generator. The grid pulse generator consists of a fast ECL circuit, a optical transfer system and a power amplifier. The design and the test results are described.

1. はじめに

リニアコライダーのための試験加速器(ATF)では、マルチバンチビーム(バンチ数:20、単バンチあたりの電荷量: 2×10^{10} 個、バンチ間隔: 2.8 ns、繰り返し: 25 Hz)の加速実験が予定されている。このビームを発生させる方法は幾つかの候補があるが、熱電子銃とサブハーモニックバンチャーを使い現在までの技術の拡張によって実現する方法を検討している。この方法では、熱電子銃からパルス幅1.4 ns以下のビームを発生させ、357 MHzのサブハーモニックバンチャーによってバンチングさせる。我々は、グリッドパルサーに高速のアバランシェパルサーを使い1 ns以下の単パルスビームの発生に成功し、2台の高速アバランシェパルサーの出力を合成させ

ることによって2バンチのビームを発生させることが出来た。1) 2) グリッドパルサーにこのアバランシェパルサーを用いた方法では、これ以上多くのパルスを合成するのは効率が悪く現実的でない。我々は、20バンチ以上のマルチバンチビームを発生させる方法として、高速のECL回路でパルス数を数え、その信号をRFパワーアンプで必要な振幅まで増幅する方式を開発している。

2. ATF熱電子銃のグリッドパルサーシステム

図1にグリッドパルサーシステムの構成図を示す。2台のアバランシェパルサーによってシングルバンチ、ダブルバンチのビームを発生させる

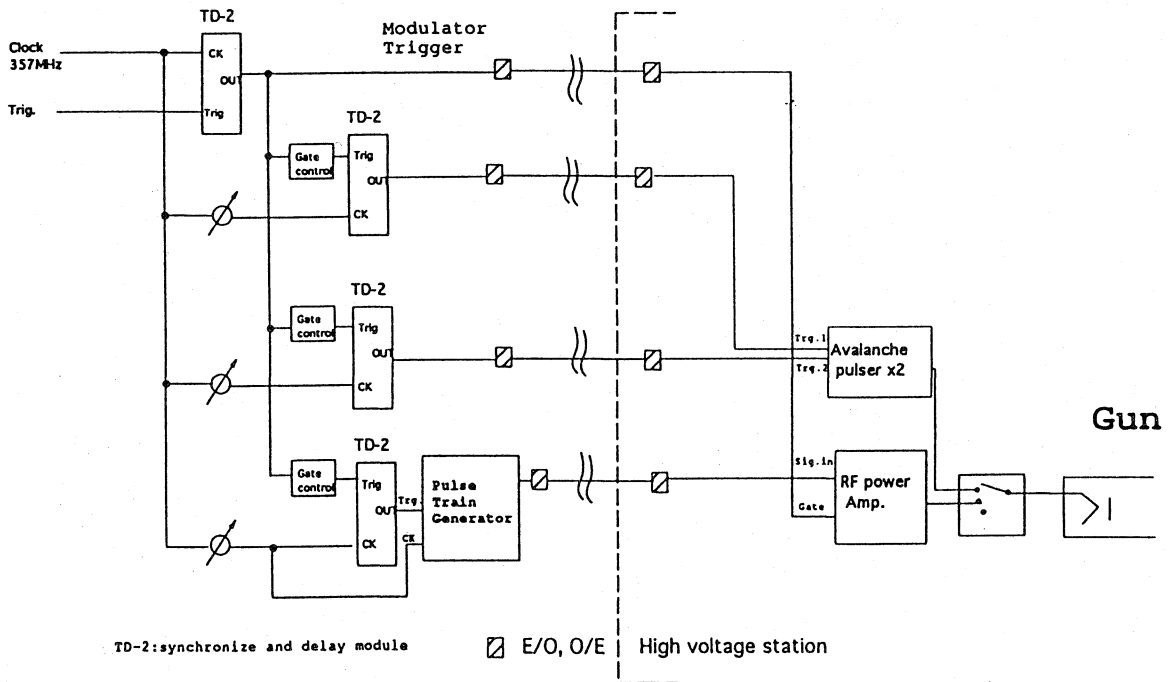


Fig.1 Grid pulse generator system of ATF thermionic gun

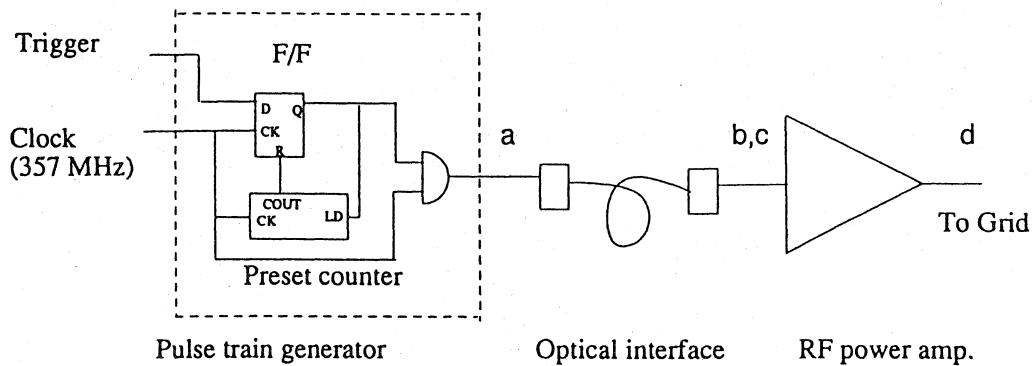


Fig.2 Grid pulse generator for multi-bunch beam

ことが出来る。これらのビームモードは、下流の各コンポーネントの基礎特性の測定に有効であると思われる。RFパワーアンプが大振幅のバースト信号を作りマルチバンチビームを発生させる。これらが高電圧ステーション上にあり、他の回路との間は光伝送システムによって結ばれている。マルチバンチモードでは、パルストレインジェネレータによって任意のパルス数を設定しRFパワーアンプに送る。それぞれのトリガ信号は、我々がTD-2と呼ぶクロックに同期したディレイ回路を通し、タイミングの調整と357 MHz (S-バンド周波数の8分周) との位相合わせを行えるようにしてある。

3. マルチバンチ・グリッドバルサー

マルチバンチ・グリッドバルサーは、ECLレベルでパルス数をカウントするパルストレインジェネレータ、電気的ノイズを受けずに信号を高電圧ステーションまで送る光伝送システム、最終的に必要な振幅まで増幅するRFパワーアンプにより構成される。図2にマルチバンチ・グリッドバルサーの構成図を示す。

3.1 パルストレインジェネレータ

RF信号を高速のECL回路でカウントし、任意のパルス数を出力する。ECLにはSony SPECLシリーズを用い、出力は高速オペアンプ(コムリニア社CLC104)を使い、0レベルを中心とした両極信号に変換している。出力波形を図3.aに示す。回路は900 MHzまで動作する。

3.2 光伝送システム

ここで使われる光伝送には、a) アナログ信号の伝送、b) 広帯域周波数の伝送、c) 位相安定性、d) 低ジッターと通常の光伝送に比べ難しい条件が加わる。トリスタンのタイミング系に最近使われるようになった高安定光ケーブルと光インターフェース(オーテル社)は、すぐれた特性

をもつ。今回の実験に使用した光インターフェース(オーテル社、E/O-4512A、O/E-4511A)の出力波形を図3.bに、ジッター特性を図3.cに示す。ジッターは、 ~ 50 psであった。

3.3 RFパワーアンプ

高電圧ステーション上に載せるため大きさに制限があり、アバランシェバルサーと同等の振幅を得るには ~ 10 kWの出力が必要になる。さらに高速の立ち上がりが要求されるため広帯域のアンプが望ましいがこのクラスの出力では狭帯域のものしか存在しない。結果的に立ち上がりの不足をある程度我慢しなければならない。試験的にKEK-PS入射器で使われている2 kW、200 MHzのアンプを使い出力特性を調べた。図3.dにその波形を示す。最大振幅は440 Vである。立ち上がりは、約15 nsで立ち上がっている。357 MHzのアンプではさらに速い立ち上がりが期待できる。

4. まとめ

マルチバンチビームを発生させるためのグリッドバルサーの方式は、ほぼ決定したがこの方式では完全に最初のパルスからフラットなビーム列を出力することは出来ない。我々は、電子銃からは出力の安定しないぶん余分にパルスを出力し、電子銃の直下流にデフレクターを設置してそのぶんを捨てることを考えている。

5. 謝辞

今回の実験に使用したアンプを快く貸して頂いたKEK-PS五十嵐善衛氏に心から感謝致します。

6.参考文献

1) T.Naito et al., "Single Bunched Beam Generation using Conventional Electron Gun for JLC Injector", Proc. of the 1991 Particle Accelerator Conference, San Francisco (1991)

2) T.Naito et al., "GRID PULSE GENERATOR FOR MULTI-BUNCH BEAM GENERATION WITH THERMIONIC GUN", Proc. of 17th Linear Accelerator meeting in Japan 1992, p43

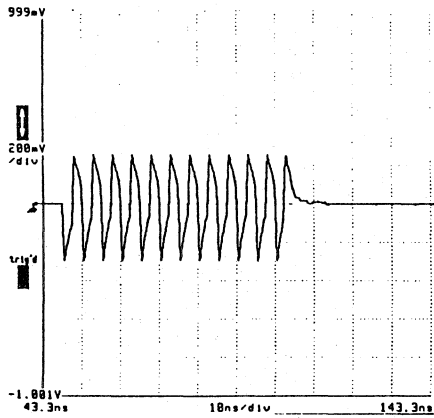


図 3. a パルスレインジェネレータの出力波形

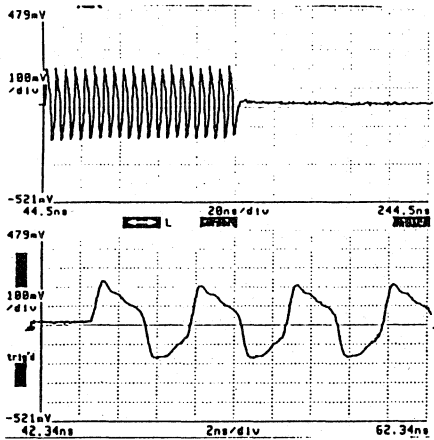


図 3. b 光送受信機 (ORTEL社 3530A, 4510A) 通過後の出力波形

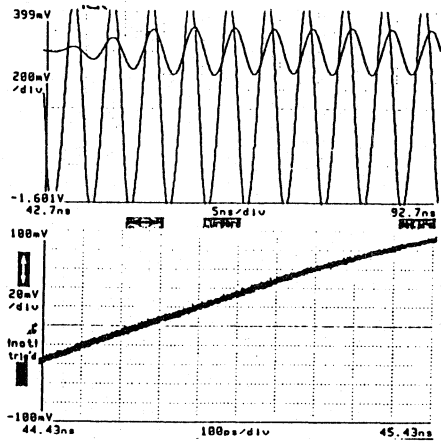


図 3. c 光送受信機 (ORTEL社 3530A, 4510A) の出力ジッター (~50ps)

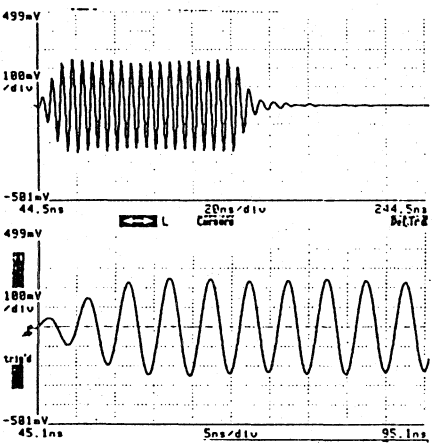


図 3. d RFパワーアンプ (200MHz, 2kW) の出力波形