

[P 1–15]

Development of Picosecond L-Band LINAC Trigger System for The Femtosecond Pulse Radiolysis

Yamamoto.T., Kozawa.T., Honda.Y., Kimura.N., Okuda.S., Yosida.Y., Tagawa.S

The Institute of Scientific and Research, Osaka University

8-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka 567, Japan

Abstract The triggering system for the synchronization of the picosecond L-band linac with a femtosecond laser has been developed. The master oscillator of 27 MHz which is equal to 1/48 of L-band frequency and 1/3 of laser frequency. The new synchronized circuit is driven by the clock of 27 MHz. The timing jitter is within 20 ps.

フェムト秒レーザー同期運転のための ピコ秒L-バンドライナックの制御系の改良

1. はじめに

大阪大学産業科学研究所では、材料等の反応解析や分析に、同時に2つ以上の量子ビーム(極短電子線パルスビーム、自由電子レーザー、低速陽電子、レーザー)を用いた新しい研究手法の開発を進めている。最初の段階として、昨年度よりレーザーとピコ秒電子線パルスビームを同期させたピコ秒パルスラジオリシスの開発を行っている。

今回、フェムト秒チタン・サファイヤレーザーをピコ秒電子線パルスと同期運転を行うために、ライナックのマイクロ波形およびトリガー系の改造を行った。その結果、レーザーパルスと電子線パルスがピコ秒の時間領域で同期することが確認できた。

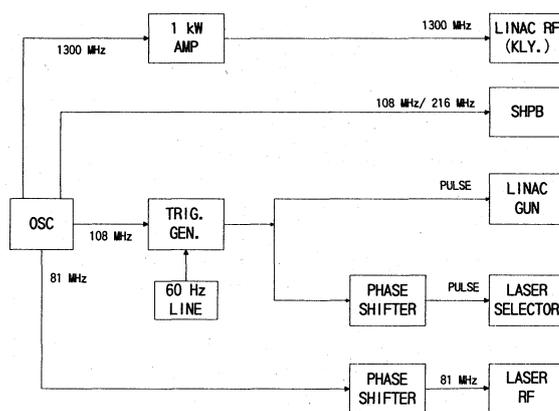
2. 同期システム

図一1に新しく開発されたピコ秒パルスラジオリシスの同期システムの概要を示す。ピコ秒電子線パルスとレーザーパルスを同期させるためには、加速管(1300MHz)、SHPB(108MHz, 216MHz)、レーザーのモードロック

(81MHz)の高周波位相を高精度で制御しなければならない。そのために、マスターオシレーターをそれぞれの最大公約数である27MHzを3通倍、4通倍、36通倍するものに改造した。

3. マスターオシレーターの改造

マスターオシレーターはZETA社製のULTRA STABLE OSC.(MODEL 6660-1)を改造した。このオシレーターの基本周波数は54MHzで水晶発振器からえられている。81MHz



図一1 同期システムの概要

信号の発生には、これに分配器、1/2 分周器、3 通倍器等を追加した。図-2 にオシレーターの構成を示す。水晶発振器の VCXO は発振周波数が 54.25MHz で外部電圧により、±65kHz の可変が可能で、そしてケースは温度コントロールされており周波数の安定度は±0.000 1%である。改造後のオシレーターの変動は 108MHz の出力端で 0.5Hz であった。

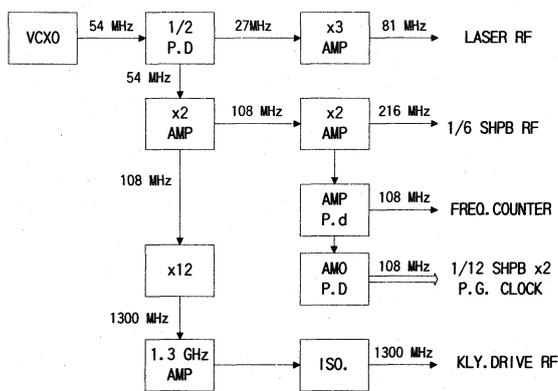


図-2 オシレーターの構成図

4. トリガー・ジェネレーターの改造

回路の設計は現在のシステムを参考にして新たに製作した。図-3 にトリガー・ジェネレーターの回路構成を示す。トリガー・ジェネレーターは主に ECL 回路で構成され、マスターオシレーターから供給される 108MHz の高周波信号を基準信号とする。ライナックのピコ秒電子線パルスは、繰り返しが 60Hz でこの基準信号に同

期している。一方、レーザーパルスはモードロッカーを駆動する RF(81MHz)に同期し、パルスセクターで切り出されている。ライナックの電子銃とパルスセクターに供給するトリガーパルスは両者の最大公約数である 27Mz に同期

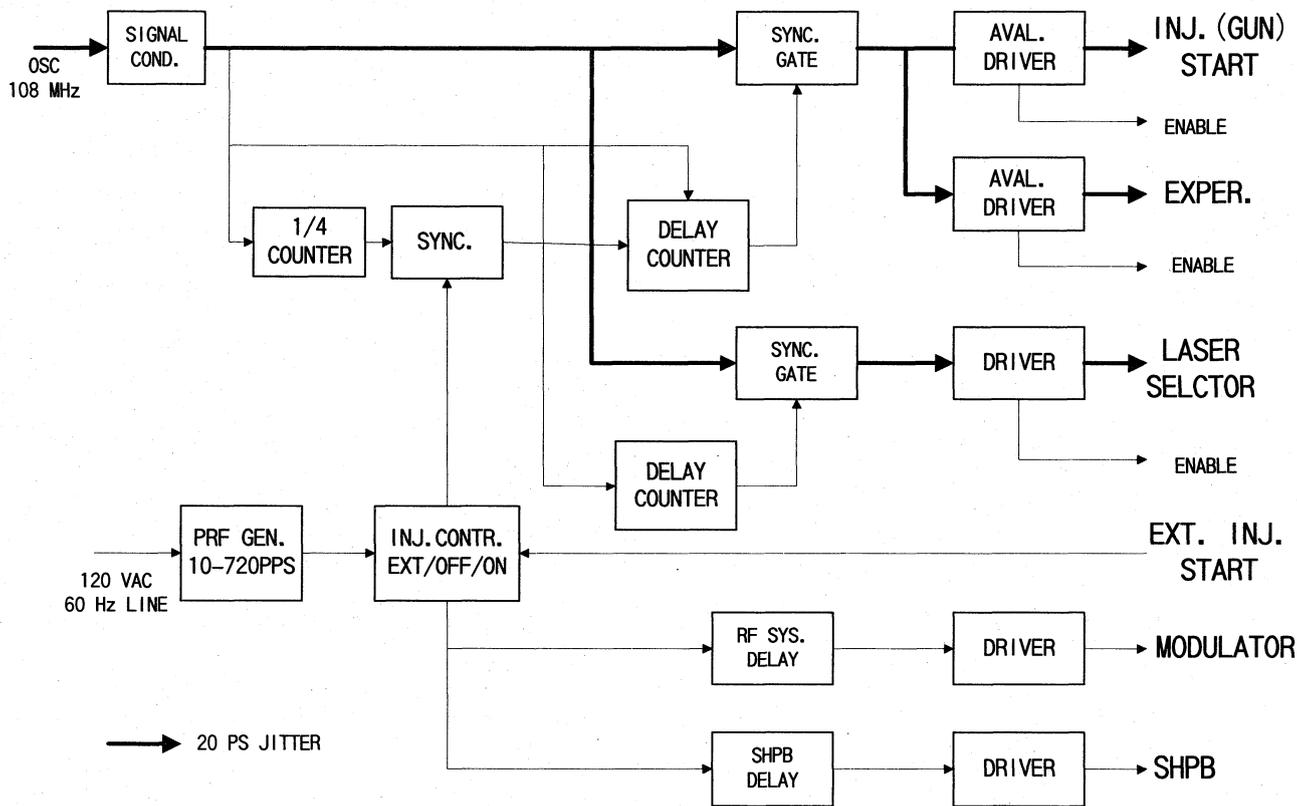


図-3 トリガー・ジェネレーターの回路構成

しななければならない。このトリガーパルスは基準信号(108MHz)を1/4分周して、それぞれカウンタ回路で 37nSec 毎(27MHz)の遅延を行い、108MHz と同期を取っている。各パルスは、ドライバー回路にイネーブル回路を付加しコンピュータによる制御が可能である。使用したECLはMOTOROLA社のMC10HシリーズでMECL 10Kシリーズと同等品で、各出力パルスのジッターを<20pSに抑えられる。

5. 同期システムの運転結果

改造した同期システムの動作試験はピコ秒パルスラジオリシスと組み合わせて行った。図-4はSiフォトダイオードでフェムト秒チタン、サファイヤレーザーの光パルスを測定した例を示す。パルスセレクタのトリガー信号がレーザーRF(81MHz)に同期し 37nSec 毎(27MHz)の遅延が行われている。そして、レーザーパルスの切り出しが観測された。

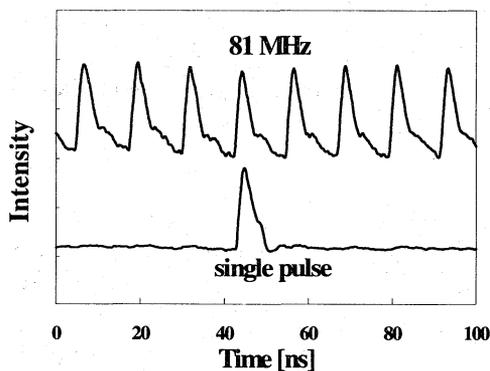


図-4 Siで測定したレーザー波形

図-5、はストリークカメラでチェレンコフ光とレーザーパルスを測定した例を示す。レーザーパルスと電子線パルスがピコ秒の時間領域で同期することが確認できた。

6. まとめ

改良した制御系はレーザーに同期した極短電子線パルスビームの発生に成功した。トリガー・ジェネレーターの遅延回路は正確に動作し、レーザーパルスの切り出しが行われている。ピコ秒電子線パルス、レーザーパルス、測定システムがコンピュータ(NEC 9821Ap)による制御が出来た。なお、装置の接続は GPIB を用い、

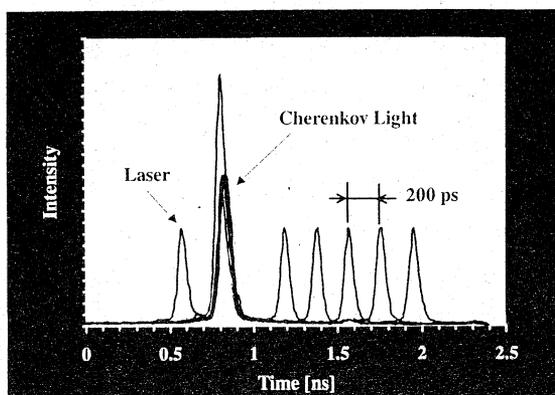


図-5 ストリークカメラで測定したチェレンコフ光とレーザーパルス

データ処理および制御用ソフトは Visual Basic(Windows3.1)で作成した。吸収測定の結果から得られたシステムの総合的なジッターは約 50pSであった。今後、トリガー・ジェネレーターならびに各装置の安定度を確認する必要がある。

[参考文献]

- Y.Yoshida et al., Nucl. Instrum. Meth., A327,41(1993)
- Y.Yoshida 第29回 実験所研究会 (1996)