

Design and Construction of Twin Linac Pulse Radiolysis System [III]

T. Kobayashi, H. Kobayashi, T. Ueda and Y. Tabata

NUCLEAR ENGINEERING RESEARCH LABORATORY
THE FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITY OF TOKYO

Abstract

In the design and construction of Twin Linac Pulse Radiolysis System, the paper describes the design and construction of

- 1) Beam switching system.
 - 2) Fine scanning of Cerenkov light pulses which are used as analyzing light.
- and
- 3) The grid modulator for an electron gun of the linac which was newly constructed.

(1)序 昨年の研究会で建設¹⁾計画を発表したツインライナックワパルスラジオリシスシステムの設計、製作について報告を行なう。まだ改良すべき点もあるが、原理的な証明として数多くの高時間分解能のあるデータが得られた。ツインライナックシステムのブロックダイヤグラムをFig-1に示す。本報告は設計、製作の中で同期回路のトリガを振り分ける加速器のビームスイッチング方式、高時間分解能吸収実験のためのタイムスキニングシステム及びチェレンコフ光発生用加速器に用いたグリッドパルサーの性能等について主に報告する。

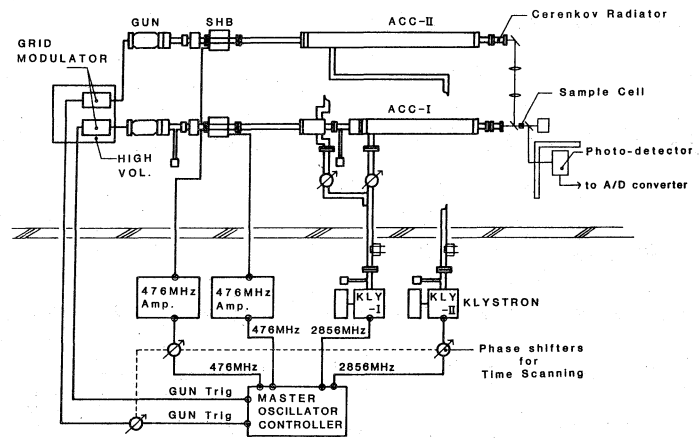


Fig-1
ツインライナックシステム

(2) 加速器ビームのスイッチング方式

通常、試料中の活性種による光の吸収量を測定する際にはパルス状となる試料中で発生するチェレンコフ光等をひきとる等の目的で (1)光のみを通す (2)ビームのみを通す (3)光とビームを同時に通す という三つのモードを準備しなければならない。従来は、回転する鉛ブロックによるビームシャッターと光のシャッターの組合せでこれら三つのモ

ードを作り出してきた。本方式では、3つのモードを加速器に送られるグリッドパルストリガの切換えで行なわれるのが特徴である。Fig-2の様にライナックビームONトリガを同期回路とシフトレジスタの入力につなぐ。シフトレジスタの出カがANDとORのECL回路で作られたゲート回路に加えられることによつてFig-3の様なタイムチャートのパルスが発生する。照射用加速器(ACC-I)とチェレンコフ光発生用加速器(ACC-II)は、A)ACC-IのみビームON B)ACC-IIのみビームON C)ACC-I,IIともにビームONというモードに制御されA.B.C.A.B.C...と繰り返して照射される。3つのモードから演算で真の光の吸収量を算出することができる。

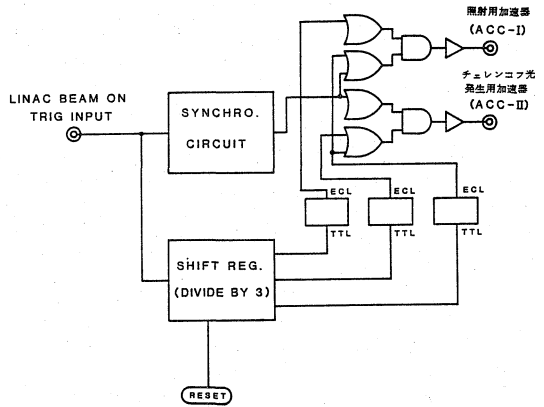


Fig-2
加速器ビームのスイッチング

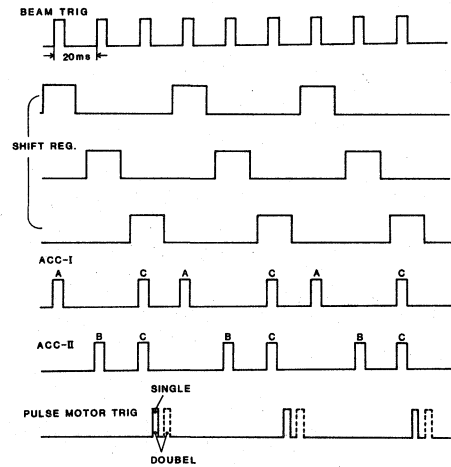


Fig-3
タイムチャート

(3)高時間分解能吸収実験のためのタイム
スキャンングシステム
— 制御系 —

本システムで高時間分解能吸収実験を行なうためには、2台の加速器ビームの相対時間を正確にコントロールしなければならない。この精度を出すためにウィルトン社製の2ns可変同軸ラインストレッチャー(Model 3114)3台をパルスモーターで駆動し位相を可変する事にした。パルスモーターによる移相器駆動システムをFig-4に示す。同軸ラインストレッチャーの設置場所は、2台はクワイストロンパルサー室、あと1台は制御室である。クワイストロンパルサー室の2台は476MHz

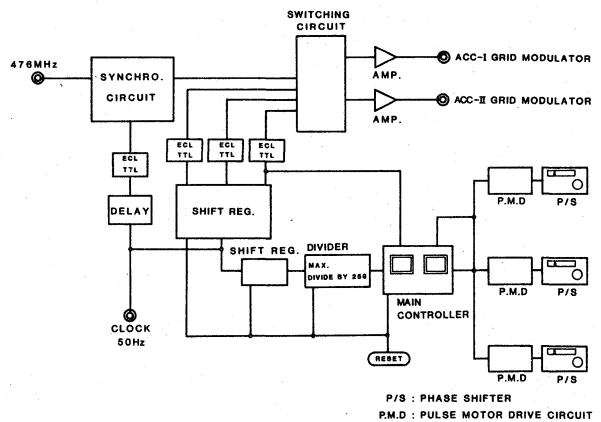


Fig-4
移相器駆動システム

マイクロ波、2856MHzのマイクロ波、制御室はビームトリガ遅延用である。3ヶ所のパルスモーターは、加速器の運転に連動する。つまり、先に②で述べたA.B.C.A.B.C…モードを十分なΣを得る迄の必要回数繰り返した後ステップモーターを駆動し、引き続きA.B.C.A.B.C…のモードを必要回数くり返し更にステップモーターを駆動する。パルスモータードライブ回路は、パルスモーターのステップ角を0.9°と1.8°に切換ができ、さらに追加したパルスモーターにダブルパルスを送る回路で3.6°まで変えられる。このステップ角とシングル、ダブルパルスの選択によるタイムスキニングのステップ幅をFig-5に示す。またパルスカウンターを2台使用しており、1台をビーム数モニター用、もう1台をチェレンコフ光発生用加速器の遅延時間モニター用としている。またチェレンコフ光発生用加速器の遅延時間モニター用カウンターは、遅延時間設定パルス数になったパルスモータードライブ回路に逆転信号を出し、50Hzの繰り返してパルスモーターを逆転させてスタート点まで戻す。その時パルスカウンターも減算し初期設定の0に戻る。

	ANGLE STEP	SINGLE / DOUBLE	TIME STEP
1	0.9°	SINGLE	0.588 (ps)
2	0.9°	DOUBLE	1.176
3	1.8°	SINGLE	1.176
4	1.8°	DOUBLE	2.353

Fig-5 タイムスキニングのステップ幅

— 信号処理系 —

信号処理系をFig-6に示す。フォトマルからの信号を高速A/Dコンバータに入れA/D変換をする。このデジタル値は、チェレンコフ光発生用加速器の遅延時間に対応した各々のポイントでマイクロコンピュータに読み込まれる。そして最後のチャンネルまですべてのデータが読み込まれた後にキー入力で各種演算結果がグラフィックミナルに表示されプリンターに打ち出される。またΣを上げるためには、積算が有効である。たとえばn回の積算とは、Fig-7の様にABCという1サイクルのモードがn回行なわれ、次にくるAの前にステップモーターが駆動しポイントを移動する。

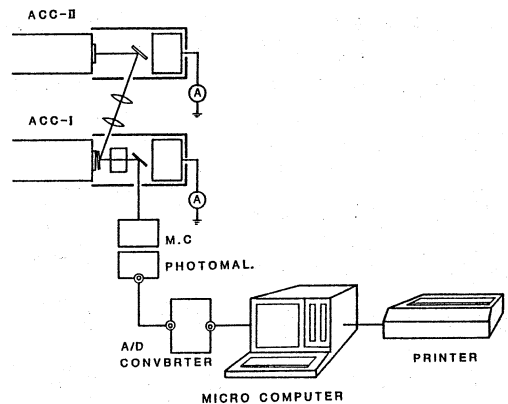


Fig-6 信号処理系

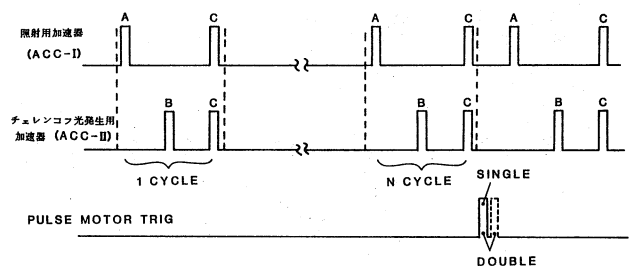


Fig-7 信号の積算

また積算回数はデジタルスイッチで設定でき、最高256回まで可能である。測定時間としては、たとえばステップ角1.8°, ダブルパルス, 32回積算では約26分、64回積算では2分間の測定となる。長時間のビーム照射を行なうので、試料はフローティングさせて試料のダメージを少なくしている。

④ケレンコフ光発生用加速器グリッドパルサー

アバランシェトランジスターを用いた加速器グリッドパルサーは、数多くこの研究会でも発表されすぐれた性能のパルサーが報告されている。しかし、アバランシェ回路に用いるトランジスターは、パルスの立ち上りをよくするために普通何百個という単位でトランジスターの選別をして数個というオーダーしか使えないのが実情である。その上、高電圧のパルスを得るためには数個のトランジスターを接続するので浮遊容量、インダクタンス、マッチング等により立ち上りを悪くする。したがって回路が故障した時にトランジスターを交換しても故障以前の性能がたやすく確保できない。そこでスナップオフ特性を取り入れたバラクタダイオードでパルスの立ち上りを改善する回路を製作した。Fig-8に回路図、Fig-9に出力波形を示す。アバランシェトランジスターを直列3段の回路にバラクタダイオードを2段直列に接続している。アバランシェトランジスターに800V、バラクタダイオードに5.2Vの電圧をかけ、サンプリングオシロで出力波形の測定を行なった。出力は150V、立ち上り、立ち下りともに約1nsでジッターは±10psの性能が得られた。

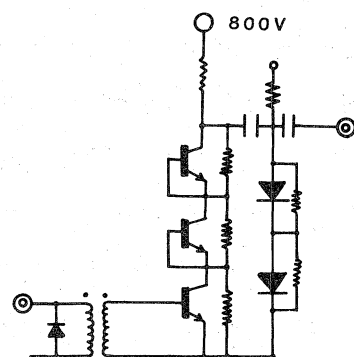


Fig-8 グリッドパルサー回路各図

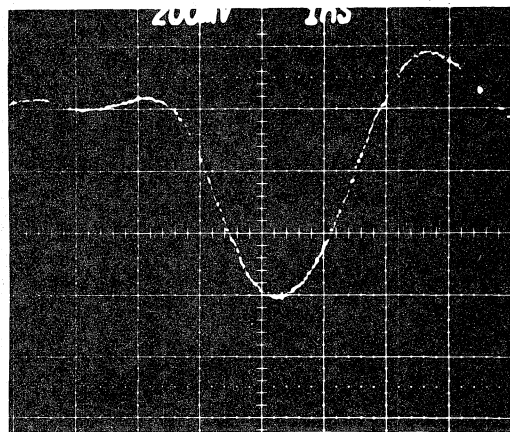


Fig-9 グリッドパルサー出力 50V/div
1ns/div
立ち上り、立ち下りともに約1nsでジッターは±10psの性能が得られた。

参考文献 1) 小林他 第8回リニアック研究会報文集 P.12
2) 細野他 " " P.133