

北大 45 MeV ライナックの微細構造パルス波形測定

沢村貞史 住吉秀 高橋嘉一 近藤賀計 片山明石 (北大工)

1. まえがき: 近年, 線型電子線加速器からのパルス電子ビームが有する微細構造を利用した研究が放射線化学等の分野で開始され, これに伴って加速器のシングルバンチ化や微細構造パルス波形の測定法の確立が急がれている。北大では微細構造パルス列を利用したストロボスコープ法によるピコ秒領域のパルスラジオリシスを目的とした実験を行ってきており¹⁾, これに付随して加速器のシングルバンチ化のための準備や微細構造パルス波形測定を行って²⁾いる。今回, 北大 45 MeV S バンドライナックからの電子ビームが空気中等で発生するチエレンコフ光を超高時間分解測光装置(テンポラルディスプレイ, 浜松テレビ社製 C979X 型)を用いて検出することにより, 10 nsec 幅パルス電子ビームの微細構造及びそのエンベロープ(エンベロープ測定には C979 型を使用)を測定したので報告する。尚, 既に東京大学では単一微細構造パルスの発生も可能な S バンドライナックの微細構造パルス波形の測定結果について報告している³⁾。ここではそのような機能を有していない従来の型の加速器からの微細構造パルス波形の測定結果について報告する。

2. 北大 45 MeV 加速器 (ML-45L 型) の概要: 本装置は S バンドマイクロ波 (2856 MHz) を用いた線型電子線加速器で, 3 本の加速管による段加速で 45 MeV のビームエネルギーを得ている。さらに約 20 m 長のビーム誘導部により実験場所へビームを導く。尖頭電流は, パルス幅 10 nsec のとき, 約 1 A, ビーム径は 8 mm 中である。図 1 に本装置のビーム打ち込み体系のブロック図を示す。アルゴン研究所等のライナックで見られるような単一の微細構造パルスを取り出すことのできる加速器の打ち込み体系に設置されているイレバンチャーや厳密な位相調整回路, 安定度の高いマスターオシレータ等はない。本体系ではトリガパルス発生器からの種パルスを基準として遅延回路で適切な時間関係のパルスが作られ, 電子銃系とマイクロ波系に送られる。電子銃パルサーはサイクロンを有して構成されている。マイクロ波は温度制御された空洞を有する板極管 (6CPX-1005A 型) により発振され, クライストロンで増幅された後, 加速管に供給される。

3. 微細構造パルス波形の測定: 図 2 に測定体系を示す。用いられた電子ビームは 3 段加速された 10 nsec 幅パルスである。光学系は加速管出口から約 20 m 離れた延長管出口に設定された。空気中又はセル中で発生したチエレンコフ光は光学系により約 9 m 伝送され, 放射線照射による性能の低下を防ぐために加速器としゃへい壁により隔てられた実験室にあるテンポラルディスプレイへ導かれる。一方, 電子ビームと同期したトリガ信号がテンポラルディスプレイを起動する。測定光とトリガ信号との位相関係は不要なジッターの増大を避けるため 100 m の同軸ケーブルを含む遅延ケーブル系を用いて作された。テンポラルディスプレイの出力は写真撮影されるか, 高感度ビジコンを用いて電気信号に変換された後, 画像処理され, TV モニターやレコーダに出力される。図 3 は 1 個の 10 nsec 幅パルスビームのエンベロープの測定結果である。複雑な時間変化をしており明確な算定は困難であるが, 半値幅で

約16nsec, すそ幅で約25nsecと推測される。写真1は10nsecパルスのほぼ中央部に於る微細構造パルスのストリーク像であり(掃引速度15mm/ns), 図4は写真1と同じ中央部に於る微細構造パルス波形の一例である。いずれも空気中で発生するチエレンコフ光測定によるものである。図4で見られるように2つの微細構造パルスで、ピーク値や幅に変化があり、波形も複雑である。ピーク間隔, すそ幅の間隔はいずれも周波数から予想される350psecより狭くはっている。この傾向は最高掃引速度での一連の実験で常に観測された現象であり, 未だ原因は明らかではない。しかし, これらの実験から, ピーク値や半値幅, 波形等の再現性は悪いが, 20mの延長管を走った後も微細構造が保持されていることが明らかとなった。尚, 本実験に於て画像の電気的処理系及びエンベロープ測定用テンポラルディスペーサは茨松テレビ社の厚意により借用したものを使用した。また本実験は文部省科学研究費の補助の下に行われた。

参考文献

1. N.J. Norris, R.K. Hanst: IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-16, 323(1969)
2. G. Mavrogenes, et al.: IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-20, 919(1973)
3. 住吉, 高橋, 沢村, 片山: 日本化学会第32春季年会予稿集I, 356(1975)
4. 田畑, 田川等: 日本原子力学会昭和52年秋の分科会予稿集第1分冊, P129(1977)

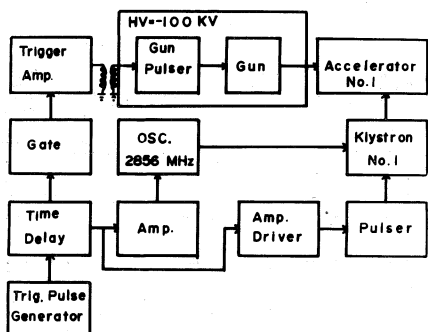


図1. 北大45MeVライナックの打ち込み体系

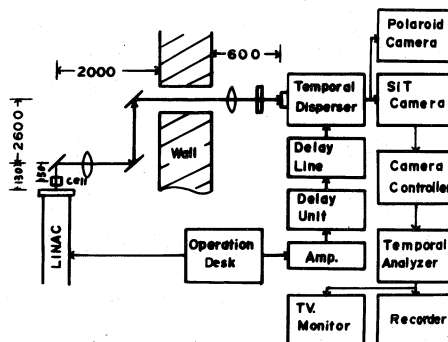


図2. 微細構造パルス波形の測定体系

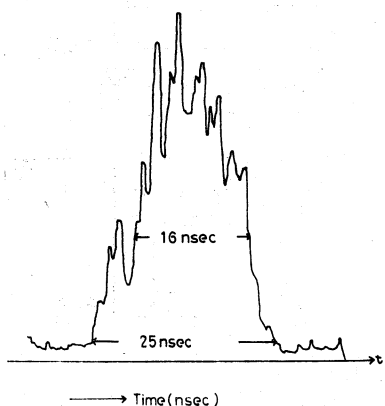


図3. 10nsec幅ビームパルスのエンベロープ

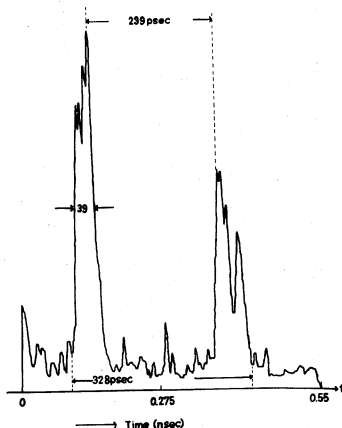


図4. 微細構造パルス波形

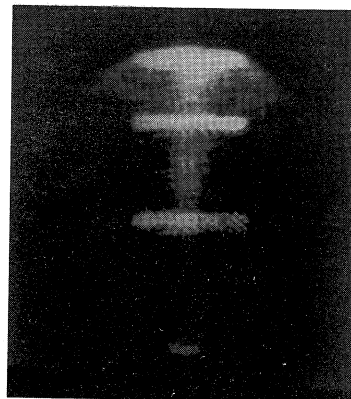


写真1. 微細構造パルスのストリーク像