

A.Homma, K.Tsumori,* S.Takeda,* T.Yamamoto*

&

H.Yamazaki

Department of Nuclear Engineering Hokkaido University

* The Institute of Scientific and Industrial Research Osaka University

Abstract

In this report, recent study of the beam monitor in our group was stated. The purpose of the study, using the Osaka Univ. L-band single Bunch Linac and the Hokkaido Univ. S-band Linac, is to examine: 1) the effect of measuring system time-resolution and acceleration microwave frequency on the observed wave form, 2) the effect of the direction of pick-up loop of the monitor with respect to the electron beam. Based on the discussion of the results, we developed a new type pick-up loop monitor, named "double loop monitor"

— 序 —

昨年に引き続きビームモニターの基礎研究を行ったので報告する。ビームモニターは正確な加速波形の観測を目的の一つとするが、オシロで得られる波形はモニターの応答、伝送系（ケーブル、アッテネーター、変換コネクタ等）及びオシロの分解能で決定された波形である。微細構造パルス列を入力と見るとき、これと系の応答のコンボリューションの結果が測定波形であるからモニターの応答、オシロの分解能、加速周波数等が測定波形の忠実度を決定する。

本研究ではピックアップループモニターを用い、テクトロ7104型オシロスコープの垂直プラグインユニット7A29の入力感度を変えることにより、立ち上がり応答（Tr）を変化させオシロの分解能による測定波形への依存性を調べた。このような測定によりモニターのビームに対する配置の依存性を調べ、応答の原理について論じ、新しい動作原理に基づくモニターを考案した。

— 実験 1 —

単バンチ、L-バンド及びS-バンドのマルチモードについてオシロのTrを変化させ測定する。用いたモニターは前回と同様1cmの正方ピックアップループを図1のように円筒境界内に配置したものである。ライナックとの接続は境界条件を乱さないようテーパ状に接続してある。写真1a)、1b)、1c)は単バンチの測定波形である。垂直入力部のキャリブレーターを調整す

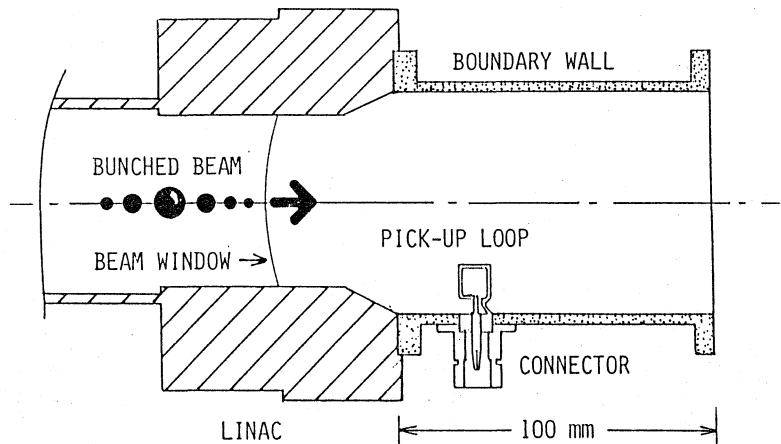


図1 ピックアップループモニター

ることにより T_r を変え測定したもので a) はキャリブレート、b)、c) はアンキャリブレートであり、a) : $T_r = 380$ b) : $T_r < 380$ 、c) : $T_r > 380$ である。

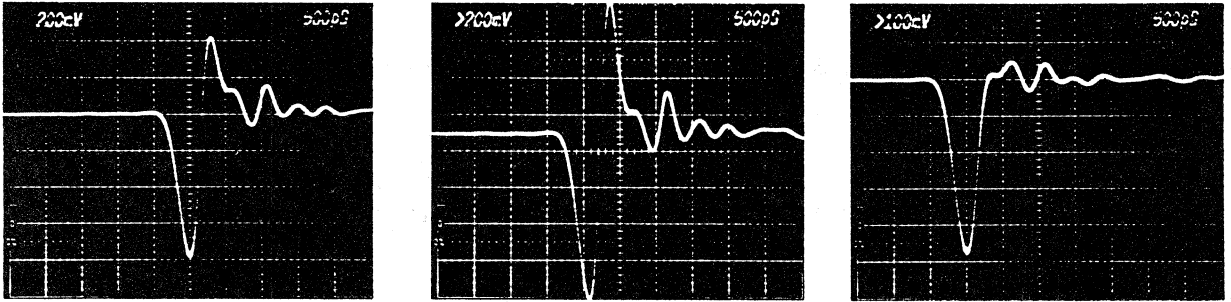


写真1 オシロの分解能を変化させ測定した波形 (単パンチ)

このような T_r の変化による出力信号への依存性はマルチモードの場合にも強く現れる。写真2はLバンド 8ナノ秒モードを最適と思われる状態で測定した例であり、写真3はSバンド10ナノ秒モードで同様の測定を行った結果である。

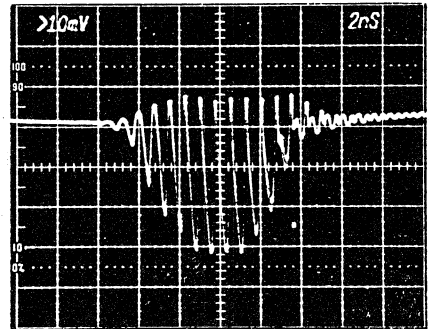


写真2 測定波形
L-バンド 8 ns

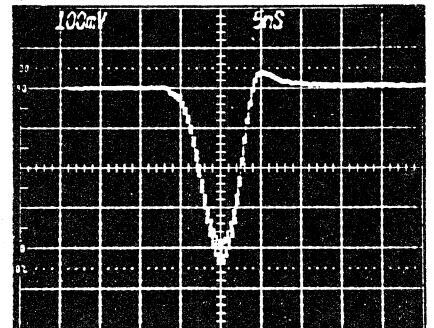


写真3 測定波形
S-バンド 10 ns

— 実験2 —

ビーム軸に対しモニターの配置を変化させ、応答への依存性を調べる。このため実験1と同様にキャリブレータを調整しオシロの分解能を $T_r < 380$ とした。写真4 a)、b)、c)、d) はそれぞれビーム軸に直交する軸の周りで 90° ずつ回転させたものである。a)、b) はビーム電流の作る磁場の主モードにループ面が直交し、通常のコアモニターと同等の配置である。c)、d) はこれに反し磁場と又交しない配置であることに注意されたい。

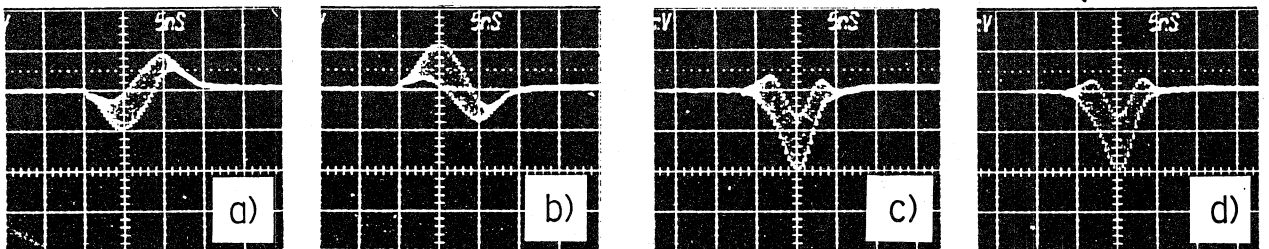
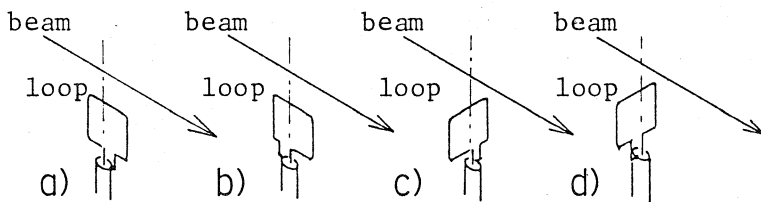


写真4 ビーム軸とモニターの配置を変えたときの応答

このような結果の他、巻き数を増加させても電磁誘導の法則に従って出力が増加しないこと、誘電材でループを包むと出力が増加すること等からも従来のコアモニターのようにカーレントトランスの原理で説明することの困難さが指摘される。そこでモニター応答の原理を電場による作用が支配的であると考え図2のようなモニターを考案した。ループがビーム軸に垂直な面に対称に配置されていることからダブルループモニターと呼ぶ(写真4 c、dの配置のループを二つ重ねた)。

実際は図1の様な境界円筒の中に置かれ、ポリエチレンでサンドイッチされている。写真5 a)、b)にS-バンド10ナノ秒、3マイクロ秒加速モード測定例を示す。

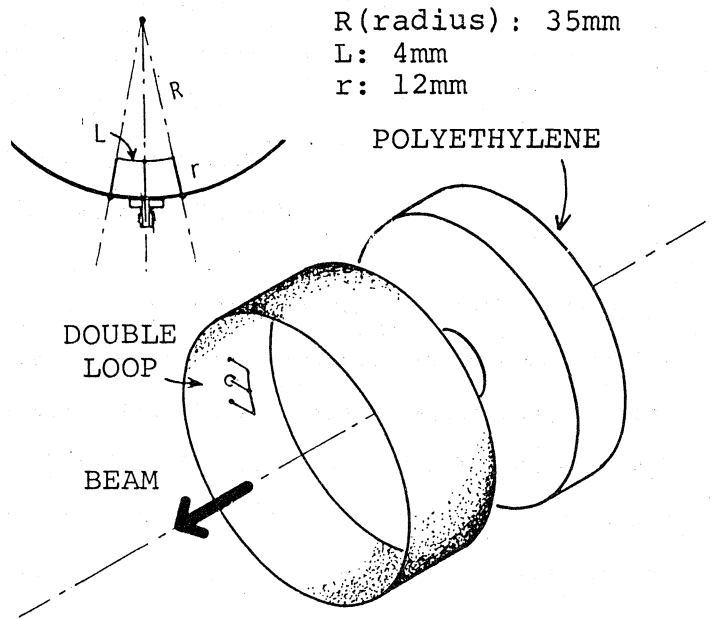


図2 ダブルループモニター

— おわりに —

ビームモニターに要求される性能のうち波形観測における忠実度は特に重要である。オシロで得られる波形は実時間の応答波形でありモニターと測定系のレスポンス関数で決定される波形であるから忠実度を評価する為には単バンチに対するレスポンス関数を決定しなくてはならない。現在、ピックアップループモニターについて得られた実験データから単バンチをガウシアンと仮定した時のレスポンス関数をアンフォルディングにより求める準備をしている。実際の測定に於いてはオシロの分解能に依存しないような測定法が望ましい。そのためモニターの出口で微細構造パルス列を積分しそのエンベロープを観測するようにすべきであろう。今後の研究課題の一つである。

モニターの応答原理は本研究の目的の一つである。相対論的運動をする電子の作る場と導体中を移動する電子の作る場とは本質的に異なる。今のところ電場の作用が支配的と考えるほうが理にかなっていると思われる。ダブルループモニターはこのような発想から導かれるもので、他にも異なる形式の検出方が考えられるであろう。

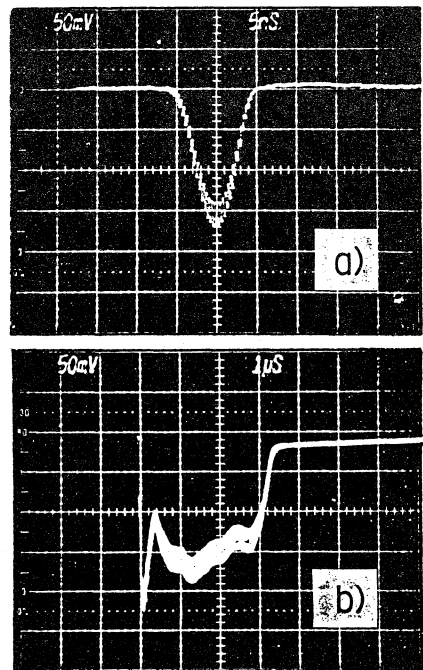


写真5 ダブルループモニターによる測定波形(S-バンド)
a) 10 ns、 b) 3 μs

— References —

- 1) A.Homma, et al. "Experimental Study of Pulsed Electron Beam Monitor with Fast Response" N.E.L.-A Report 06 85.
- 2) Carlson R.L. et al. "A Multigigahertz Beam-Current and Position Monitor" Nucl. Sci., NS-32, No 5, 1956, (1985).
- 3) A.Homma, K.Tumori, et al. "Study of Beam Monitor by Using Single Bunch Linac" Proc. 10th Meeting on Linear Accelerator in Japan 88 (1985).