

Development of Short Pulse Beam Monitor

T. Ozaki, A. Enomoto*, S. Ohosawa*, T. Shidara*, N. Nakahara* and A. Asami*

Nihon University, * KEK-PF

abstract

The KEK 2.5 GeV electron linac injects short pulse electron beam into the TRISTAN accumulation ring. This papers describe development of the short pulse beam monitor, the so-called "wall current monitor".

KEK 2.5 GeV電子リニアックは、約 $1\mu\text{s}$ の長パルス・ビームを放射光リングに、 2ns の電子ビームをトリスタン蓄積リングに入射することが要求されている。長パルス・ビームにはコア・モーターを用いているが、短パルス・ビームには新たにモーターを製作する必要がある。このモーターは、高速応答性が良いとともに、将来、陽電子ビームに対して使用できるように、低電流ビームをモーターできる高感度のものではなくてはならない。そこで、ウォール・カレント・モーターの開発をおこない、実用となるものを得たので報告する。

(1) ウォール・カレント・モーターの原理

電子ビームが金属製のビーム・ダクト内を進行する時、その内壁に正電荷が誘導され、ビームとともに進行する。これが壁電流である。ここで、ビーム・ダクトの絶縁部に抵抗を並べておき、壁電流が抵抗を流れた時に生じる電圧をモーターする。これが“壁電流モーター”の原理である。

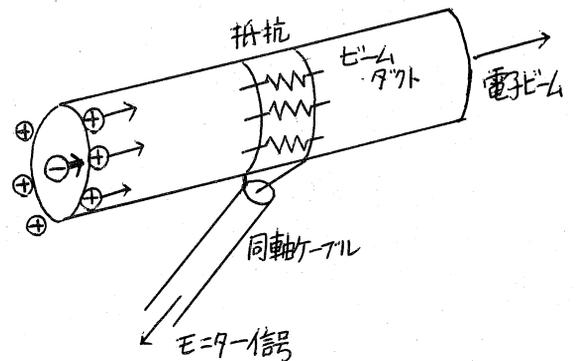


図1

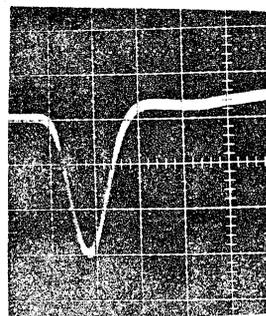


図2 モーターの波形 (0.5V/div, 2ns/div)

(2) ウォール・カレント・モーターの製作(I)

図1に示すように、リニアックのビーム・ダクトのセラミック絶縁部に、ソリッド抵抗 $5/0\Omega$ を等間隔に10本並べて、同軸ケーブル・RG-58Uをとっつけた。

10mの同軸ケーブルを通して、オシロスコープ・テフトロ485で観測した波形を図2に示す。電圧1.45V, 半値幅1.8msを得た。

このモニターの感度を、コントロール室での入射部のコア・モニター(CMO1)の波形、プロファイル・モニターと比較した。電子銃のバイアスを深くしてビーム電流を小さくした。その結果を図3に示す。^{ウォールカレント}壁電流モニターが最も感度が高かった。

図1の状態では抵抗の両端のビーム・ダフトが架台を通して短絡しているため、抵抗と並列にインダクタンスがはいることになる。だから、モニターの設定場所毎にそのインダクタンスの効果が異なり、モニターの波形も変わる。又、ノイズのはりりやすい状態であり、シールド・ケースをかぶせる必要もある。

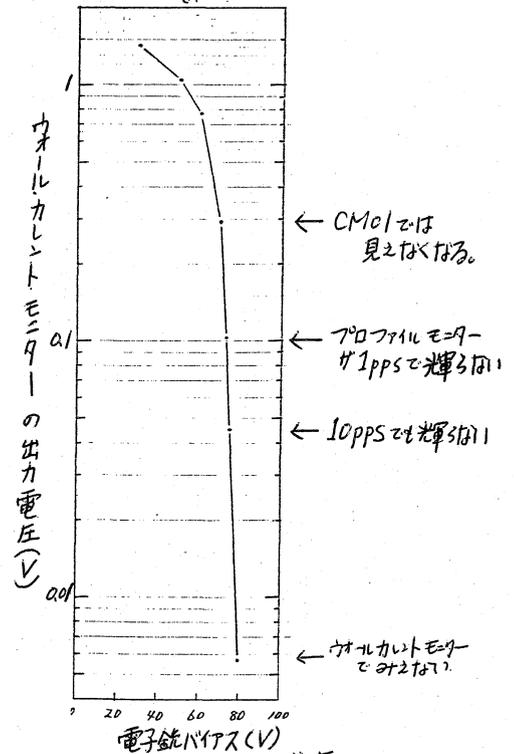


図3. モニターの感度

(3) ウォール・カレント・モニターの製作(II)

上述のモニターの欠点を補うために、^{ウォールカレント}壁電流モニターを試作した。

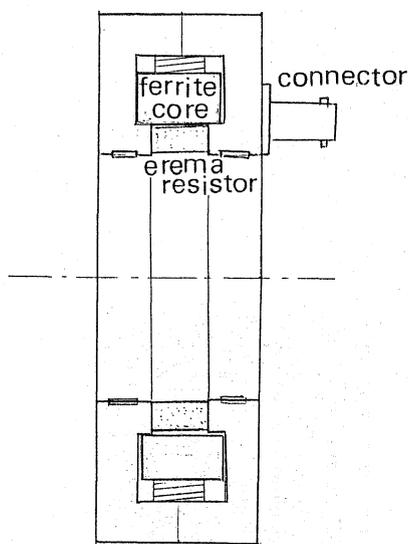


図4. ウォールカレントモニター

これは半円に分割した構造であり、ビーム・ダフトのセラミック絶縁部にとりつける。抵抗としてエシマ抵抗体を使用した。この抵抗にアルミ製シールド・ケースをかぶせ、導電性接着剤(ドータイト)ではりあわせた。ケースの内径側にフィンガー・コンタクターをはめて、ビーム・ダフトとの接着度を良くした。抵抗に生じた電圧がケースを通して短絡しないように、インピーダンスをもたせるためにフェライト・コア(東金Mn-Zn 10000H)を入れた。半円のコア間にギャップが生じないように、コアの背部からバネで押しつけてある。コネクターは、抵抗からコネクターまでの配線を最短にする位置にとりつけた。

このモニターを較正するために、図5に示す同軸線路と半値幅 2ns のパルス発振器(安定 $5/1\text{A}$)を使用した。同軸線路の終端(50Ω)に生じる電圧から、同軸線路を流れる電流が求められる。その時のモニター電圧から較正定数が求められる。さらに、モニターの応答速度が調べられる。

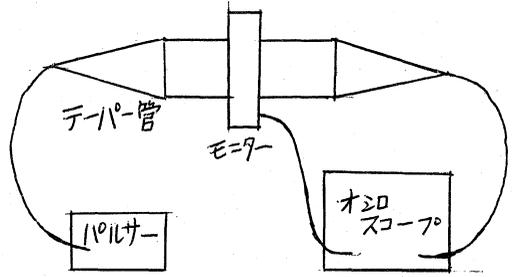


図5. モニターの較正

ウォール・カレント・モニターに、DC抵抗値 7Ω のエレマ抵抗をとりつけた場合、上述の較正法で実効抵抗 2.2Ω を得た。又、 1ns 以上の入力に対して、 1.1ns でモニター出力波形が立上った。このモニターをリニアックにとりつけて得た波形を図6に示す。ビーム電流が 105mA 、半値幅が 1.8ns である。

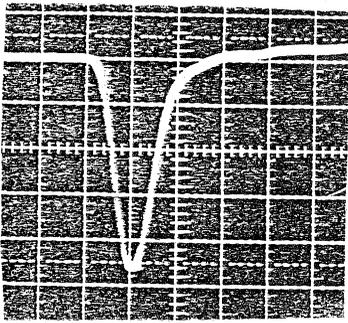


図6. モニター波形 (50mV/div , 2ns/div)

次に、抵抗値を変えて、リニアックにとりつけた時の出力電圧の変化を図7に示す。波形はあまり変らない。

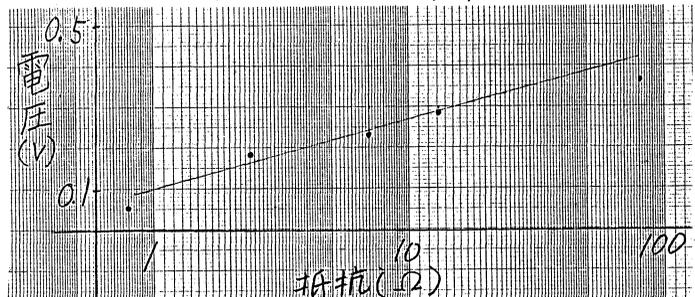


図7. モニターの出力電圧

(4) モニター波形の伝送

2.5GeV リニアックは、全長が約 7400m あり、短パルス・モニターの波形を入射部に近いコントロール室まで通常の同軸ケーブルで送ることはできない。そこで、長パルス・モニターの波形伝送系に対応する短パルス・モニターの波形伝送系をつくる必要があり、現在、光ファイバー通信による方法などの検討を進めている。

— 参考文献 —

1. H. Nakagawa et al : 第4回リニアック研究会報文集, P35 (1978)
2. M. Washio et al : KEKレポート (79-24)