

21-P20

Signal processing of macro pulse monitor

R.Nagai, M.Sugimoto, R.Kato, M.Sawamura, N.Kikuzawa, M.Takao,
M.Ohkubo, E.Minehara, and Y.Suzuki

Free-Electron Laboratory, JAERI, Tokai, Japan

Abstract

A beam current signal processing system for long burst beam is now under development at JAERI FEL superconducting linac. The system utilizes core current monitors already installed and enables simultaneous monitoring of the long burst beam current along the linac.

1. はじめに

現在、原研において建設が進められている自由電子レーザー装置の超電導線型加速器はマイクロパルス幅・約40ps、マクロパルス幅・約1msのバースト状の電子ビームをアンジュレータに供給している。自由電子レーザーのドライバとしての、加速器制御においてはビームの状態を正確に把握しそれに応じた加速パラメータによって安定した加速を実現すること、ビームの質を低下させることなくアンジュレータへと供給することが必要である。このバースト状のビーム電流の監視のためにはコア電流モニタが既に利用されているが、その読みだしは現在オシロスコープに頼っており、制御室において同軸線を切り替えながら2、3点ずつ観測を行っている。

しかし、容易にビーム加速、輸送の調整を行うためには、加速器全体にわたって同時にビーム電流が監視できることが必要である。そのためには、個々のコア電流モニタからの信号を計算機に取り込み、制御室のコンソール上に表示しなくてはならない。コア電流モニタからの信号は高速に変化し時間幅の長いバースト状の信号であるためなまのデータを制御系に取り込むことは困難であり、通常の加速器の運転においては必ずしもなまのデータである必要はない。そこで、バースト状の信号をその包絡線の信号に変え、その一部をデジタル化して制御系に取り込むための装置の開発を計画しているのでそれについて報告する。

2. 信号取込回路

ビーム電流の監視に用いるコア電流モニタは、ビームがコアを通り抜ける時のコア中を通る磁束の変化からビーム電流を電気信号に変えるものである。現在使用しているコアは鉄系アモルファス磁性体であり、フェライトコアに比べ周波数応答性が良いので短いマイクロパルスの観測に適している。既にビームダクト上に10台ほどのコア電流モニタが設置され、制御室において1GHzのリアルタイムオシロを用いて電流およびバースト波形を観測している。この時のバースト波形を図1に示す。加速器の運転をより容易にするためにこの信号を制御系へ取り込むための装置を製作する。しかし、バースト信号全体をデジタル化して取り込むにはあまりにも大きなデータになってしまい、取り込みに時間がかかってしまうので加速器の調整に適さない。

そこで、バースト状の信号をその包絡線の信号に変え、その一部をデジタル化して制御系に取り込むことにした。そのための回路を図2に示す。バースト信号を高速アンプで増幅、ローパスフィルタを通して平滑化、その信号を低速アンプで増幅、そして、A/D変換しCAMACへ入力する。マクロパルスの波形を低速のオシロで観測可能にするために、A/D変換へ入る信号をモニタ出力として分岐出力した。

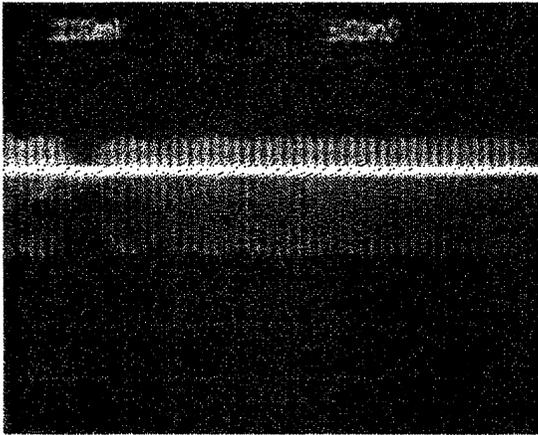


図1 コアモニタからの電流波形

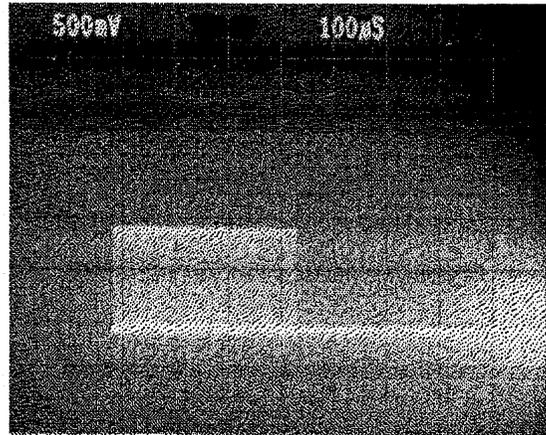


図3(a) 入力波形

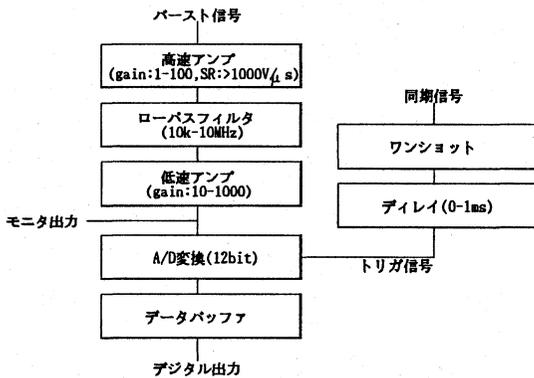


図2 デジタル化回路

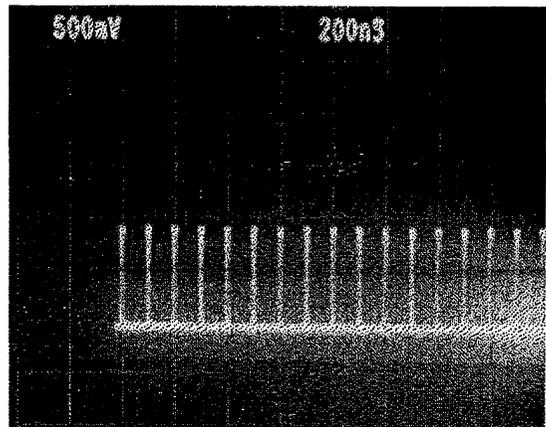


図3(b) 入力波形

高速アンプの必要の是非を決定するためにフィルタ以降のアナログ部の回路を用いて、パルスジェネレータからのバースト信号をこの回路に入力しモニタ出力からの波形を観測した。その結果を図3(a)-(e)に示す。図3(a)、(b)は入力波形であり、マイクロパルス幅・1ns、くり返し・100ns、マクロパルス幅・350μsである。図3(c)、(d)は入力信号・1V、フィルタのカットオフ周波数・100kHz、アンプのゲイン・20倍の時の出力波形である。図3(e)は入力信号・0.1V、フィルタのカットオフ周波数・100kHz、アンプのゲイン・1000倍の時の出力波形である。図3(d)からわかる様にマクロパルスの立ち上がりの部分でリングングが観られる。フィルタの周波数を調整することにより出来るだけ少なくする必要がある。また、図3(e)をみてわかる様に入力の信号が小さい時はノイズが大きくなってしまふ。入力信号が小さい時にも対応出来るように、フィルタの前に高速のアンプを入れることにした。

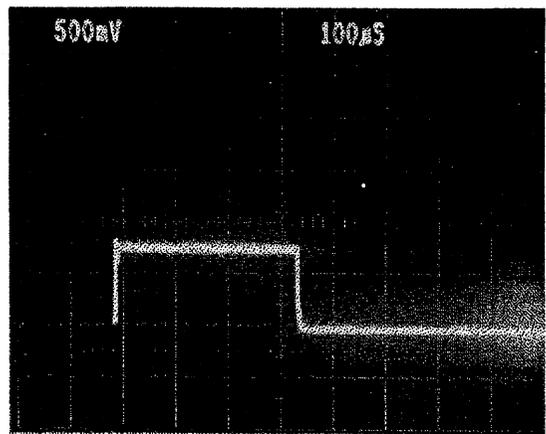


図3(c) 出力波形 (入力1V)

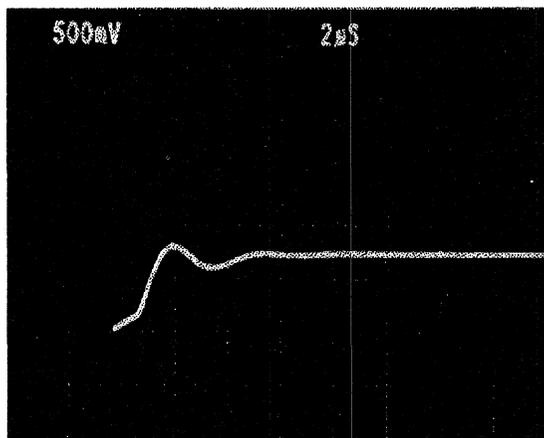


図 3 (d) 出力波形 (入力 1 V)

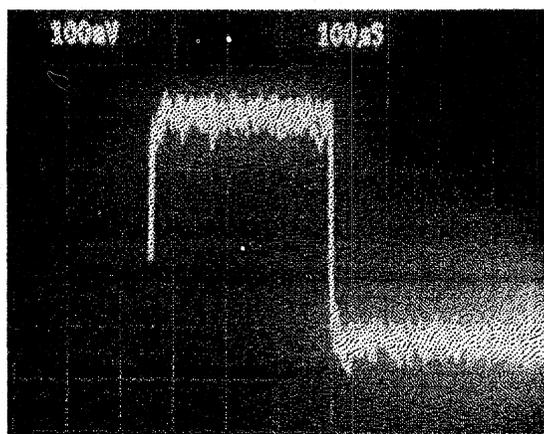


図 3 (e) 出力波形 (入力 0.1 V)

3. 信号処理系

コア電流モニタからの信号の処理の全体構成を図 4 に示す。各コア電流モニタからの信号は同軸の切り替えスイッチを用いてデジタル化回路と高速のオシロに振り分けられる。デジタル化回路にはマクロパルスの同期信号入力によって A/D 変換され、CAMAC のデジタル入力モジュールへ入力される。CAMAC のクレートコントローラに接続された PC から LAN で接続された他の PC へデータが送られ、コンソール上のパネルに表示される。

このパネルはビーム輸送のパネル上からコア電流モニタのアイコンをクリックすることにより表示される。図 5 にビーム輸送パネルおよび電流モニタパネルを示す。

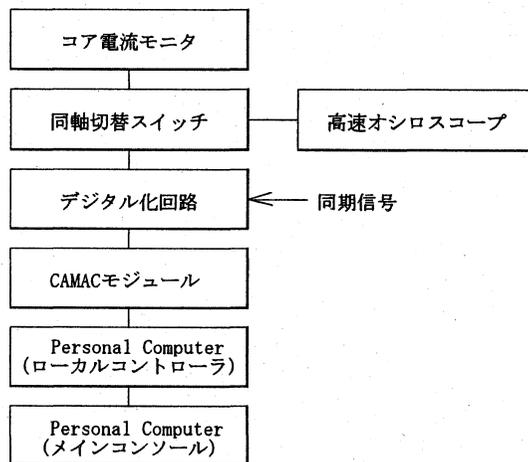
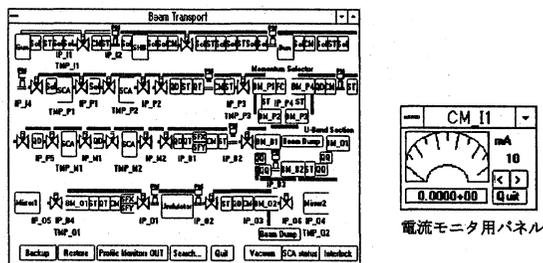


図 4 電流信号処理系



ビーム輸送用パネル

図 5 制御パネル

4. まとめ

このようなビーム情報の制御系への取り込みは、加速器の運転のためのデータのロギングのためには必要不可欠なものであり、さらには加速器の部分的な自動運転等にも役立つものであると考える。