

K.Furukawa

National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

A beam current signal processing system for short pulse beam is now under development at KEK 2.5GeV LINAC. This system utilizes wall current monitors already installed and enables simultaneous monitoring of the short pulse beam current along the accelerator.

1. 序

高エネルギー物理学研究所の放射光実験施設の2.5 GeV電子・陽電子入射加速器は、ビーム幅1～2ナノ秒の短パルスの電子及び陽電子ビームをトリスタン加速器に供給している。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や、ビームの供給先に情報を提供してビームの有効利用を行わせることが必要になる。この短パルスビームの幅と電流の監視のためには壁電流モニターが開発され既に利用されているが、その読み出しは現在高速のオシロスコープに頼っており、制御室において同軸スイッチを切り替えながら1点ずつ観測を行っている。しかしビーム調整を容易にするためには、加速器全体にわたって同時にビーム強度が監視できることが必要である。つまり壁電流モニターからの信号を個別に計算機に取り込み、主制御室の制御卓のうえに情報を表示しなくてはならない。

信号が高速であるため波形の取り込みは困難である。そこで今回ビームパルスあたりの電流の積分値の取り込み系を計画しているのでそれについて報告する。

2. 測定

短パルスビームの監視に用いる壁電流モニターは図-1に示すようなもので、ビームが加速管の中を通過する際に加速管壁に逆方向に流れる電流を捕らえようとするものであり、弱いビームのパルス波形を観測するのに優れている。既に加速管上に15台ほどの壁電流モニターが設置され、同軸スイッチによって選択された信号を主制御室において1GHzのオシロスコープで電流及びパルス波形を観測している。電子ビームの場合の波形の例を図-2に示す。このモニターを利用して加速器全体の短パルスビームの電流の読み出しを同時に主制御室で行えるシステムを作ることにした。しかしその信号が幅2ナノ秒以下と高速であるため、通常の回路で計算機に波形やピーク電流を取り込むことは

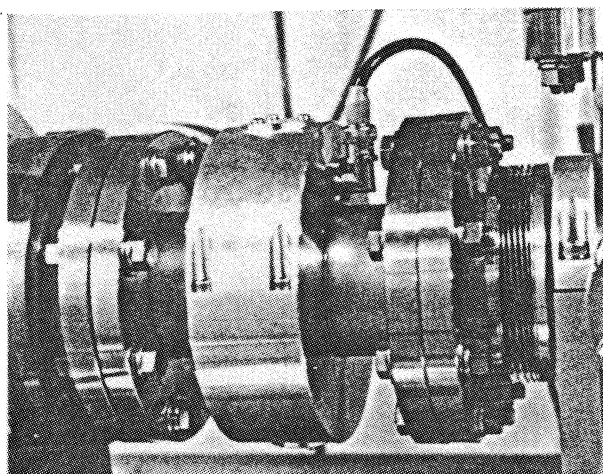


図-1 ビームダクト上の壁電流モニター

困難である。パルスの波形は加速器全体に亘って大きく変化しないので、パルス中の電流の積分値だけを計算機に取り込むことにし、ピーク電流値などはオシロスコプの観測による幅の情報から割り出すことにした。

パルス中の電流の積分値つまり電荷量の取り込みには、高エネルギー実験のために開発された高精度の電荷感应型のアナログ・デジタル変換器が製品として商業的に入手可能なのでそれをテストしてみた。製品はLeCroy社の2249電荷感应型アナログ・デジタル変換器で、テストはパルサーによるモニター出力の疑似パルスで行った。

その結果1ナノ秒以上の幅であれば直線度は1パーセント程度と充分であることがわかった。図-3に幅を一定とした場合のADCの入力と出力の関係を示す。また長期安定性も0.25%以内と安定である。計算機との接続にはCAMACが使用できるので既存の制御システムに適合する。

オシロスコプによる波形観測系と共存してかつ独立に利用できるように信号は30dB程度の高分離度の高い分配器で分けることにした。陽電子のビームは電子ビームの10分の1程度の強度なので陽電子を観測する場合は20dBの増幅器を通してアナログデジタル変換を行うこととした。

電流積分時間を正確に規定するためのゲート信号は電子銃パルサーのタイミング信号から作ることにした。モニター信号のタイミングに合わせるためと、変換器のオフセット及びノイズの効果をオンラインで補正するために、ゲート信号は計算機から2種類選べるようにした。

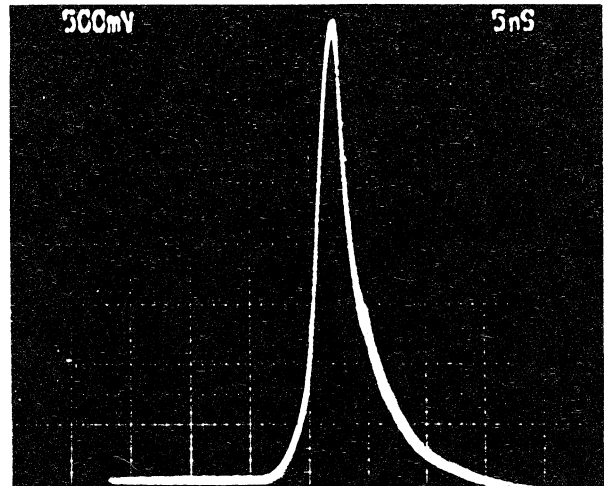


図-2 壁電流モニターの出力例

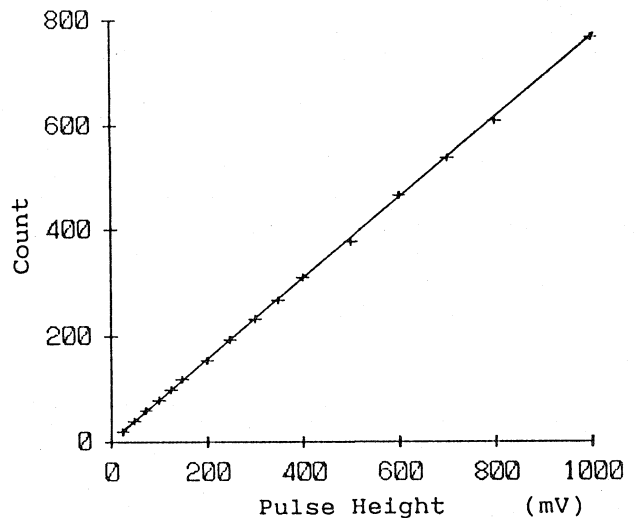


図-3 ADCの入力対出力の直線性

3. 処理

デジタル変換された各セクターの情報は、CAMACのクレートコントローラーとブランチドライバーを通して各副制御室にあるMELCOM70/30計算機に送られる。そしてLOOP-1ネットワークを通して主制御室のMELCOM70/30計算機から更にオペレータコンソール上のパーソナルコンピュータを用いた画像表示装置に送られる。全体の測定・処理系の構成を図-4に示す。

各副制御室ではモニターからの情報とオフセットとノイズの情報を、ゲート信号を選択することによって交互に収集し、真のモニターからの情報を差し引き操作によって求め、10パルス程度の平均操作を行い、更に予め求めておくモニターや変換器の効率、ケーブルの減衰率などで補正をして、主制御室に情報を送る。主制御室では各副制御室からの

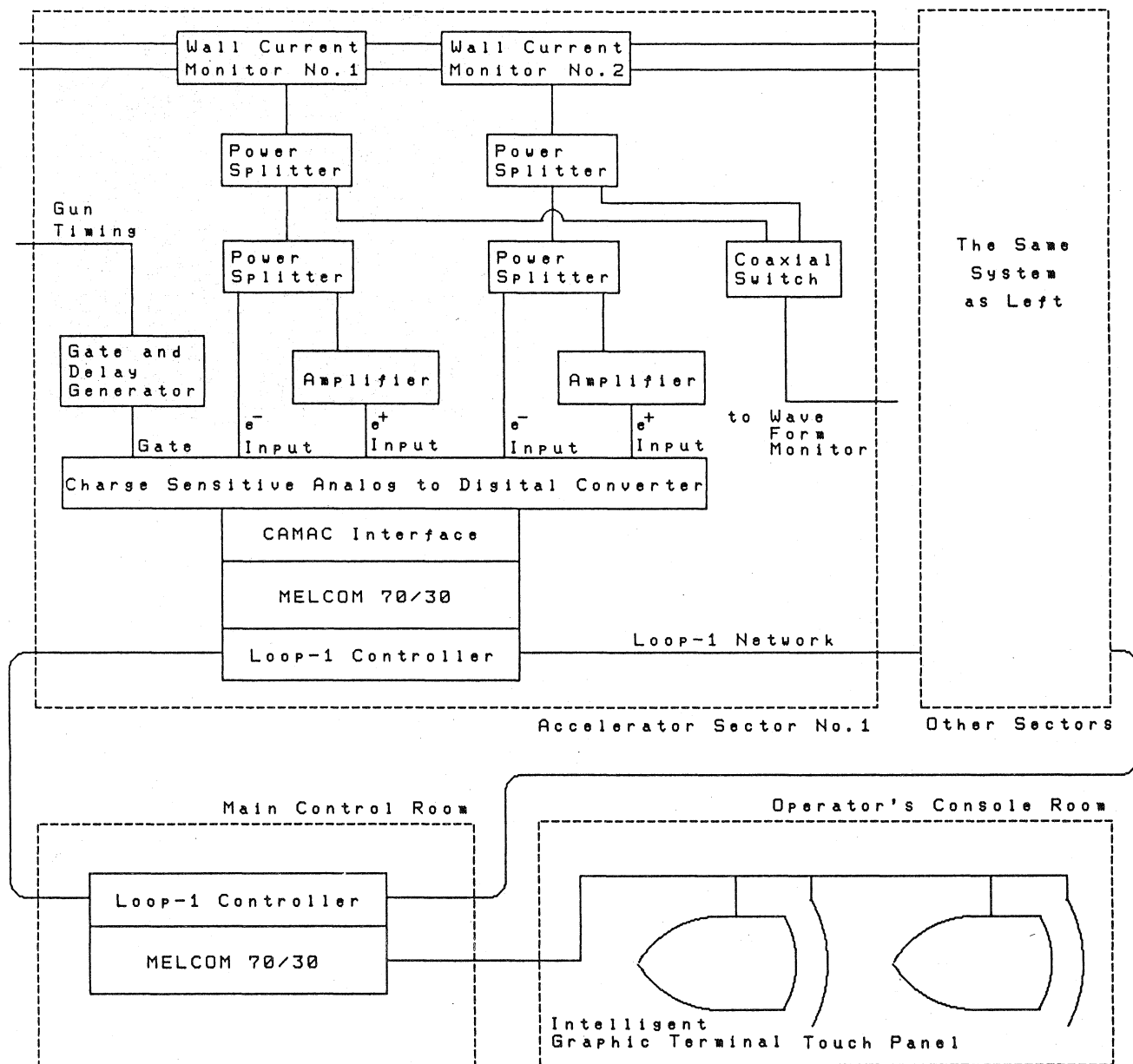


図-4 測定・処理系の全体構成図

情報をまとめて保持しておき、オペレータコンソールから要求があれば画像表示装置であるパーソナルコンピュータに情報を受け渡し、グラフとして表示させる。また一定時間おきに他の加速パラメータと共に磁気記憶媒体に情報を保存し、後の解析に役立てる。

4. まとめ

この処理系の問題点としては、陽電子の場合電流が小さいためにクライストロンのノイズが相対的に大きくなり、ビームが弱いときには上に述べた方法ではノイズが除ききれない可能性がある。その場合にはクライストロンだけは出力を出し電子銃からはビームを出さない状態を作り、ノイズの影響を評価しておかなければならず、この処理系に電子銃の制御の機能を持たせる必要がある。

上に述べた処理系は個々の部分はテストを済ませており製品の納入を待っている段階である。この様なモニターの読み出し系は能率のよい加速器運転や将来の運転の自動化には不可欠であり早い時期に系全体を完成させたいと考えている。