

A SIGNAL TRANSMISSION SYSTEM
FOR A SHORT PULSE BEAM USING AN OPTICAL FIBER

N. KANEKO*, Y. OGAWA, Y. OTAKE, T. OZAKI, T. OSAWA.
N. KUROSAWA**, A. ASAMI and J. TANAKA

National Laboratory for High Energy Physics

* Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd

** Showa Electric Wire & Cable Co., Ltd.

Abstract

A signal transmission system for a short pulse beam consists of a pulse monitor, an E/O transformer, an optical fiber cable and an O/E transformer. A wall current monitor and a core monitor are used as beam current monitors. A well preserved wave form is obtained as a result of applying to KEK 400 m electron linac to observe a short pulse beam wave form.

1. 概要

高エネルギー物理学研究所 2.5 GeV 電子リニアックでは、トリスタンリングに約 1.5 ns 幅の短パルス電子ビームを入射している。リニアックの運転に際して、リニアック各部での短パルスビームの波形・波高を制御室にてモニターできることが望ましいが、現状では、全長 400 m のリニアックの各部につけられているビームカレントモニターから送られてくるビーム波形は、数百 m の距離を同軸ケーブルで伝送するあいだに、かなり歪んでしまう。そこで、モニターの信号を一旦光信号に変換して長距離伝送し、電気信号にもどして観測する方式の実用化を試みた。今回、光ファイバをリニアックに沿って布設し、リニアックの全長の 1/2 の場所およびリニアック終端の 2ヶ所でモニターした短パルスビーム波形を、制御室まで伝送する試験をおこなった。その結果、伝送された波形後部にリンキングが生ずる等の問題があるものの、実用に供せられる程度の波形を制御室まで伝送することができた。

2. 光ファイバ波形伝送システム

2-1 システムの構成

リニアックのビームダクトに取り付けられたビーム電流モニターからの信号は、同軸ケーブルでほぼ直上のクライストロンギャラリに立ち上げられ、そこで E/O 変換器により光信号に変換される。光信号はクライストロンギャラリ内のケーブルラックに布設された光ファイバをとり、制御室内の O/E 変換器で再び電気信号に変換

され、オシロスコープにて観察される。今回はリニアック全長の1/2の場所と、リニアック終端(約400m)とに設置したモニターから2本の光ファイバを布設し、それぞれでの電流モニターの波形を制御室で観測することを試みた。

2-2 構成機器

(1) ビーム電流モニター

ビーム電流モニターとしては、壁電流モニター及びコアモニターの2種を使用した。

(2) 光ファイバ

光ファイバとしては、コア径 $50\mu\text{m}$ 、クラッド径 $120\mu\text{m}$ のグレーテッドインデックス形光ファイバを使用した。仕上り外形約 15mm のケーブル状の光ファイバを布設したクライストロンギャラリは、放射線立入制限区域であるが、運転中でも放射線レベルは低いため、特別な対放射線対策は考慮していない。

(3) E/O, O/E変換器

E/O, O/E変換器はレーザーダイオード(LD)、送信増幅部(LD駆動部)、受光PINダイオード、送信増幅部より構成される。このうちLD、光ファイバ、受光PINの帯域はそれぞれ 2GHz 、 1.5GHz 、 700MHz である。LDは短パルスのアナログ伝送の立場から、リニアリティの良く、緩和振動のない単一モード発振型とした。

E/O, O/E変換器の回路図を図1、図2に示す。

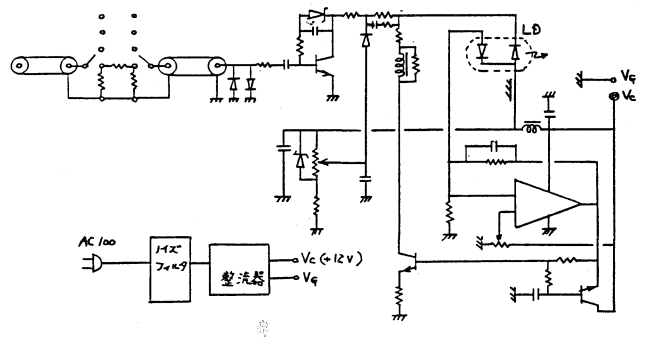


図1 E/O変換器回路図

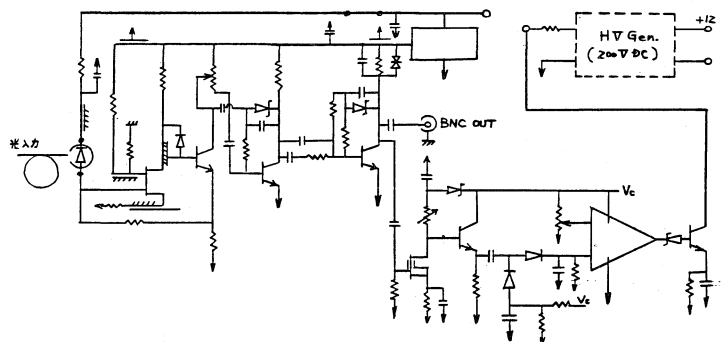


図2 O/E変換器回路図

3. 波形伝送試験結果

実際にリニアックにてビーム波形の伝送をおこなうに先だて、伝送波形の波高とパルス幅に対する当システムの直線性を、試験用パルサーからの波形を伝送することによって調べた。入力電圧3Vまで、パルス幅1.5ns~10nsの範囲において特性は良好であった。

(1) リニアック全長沿の場所に設置したモニタからの伝送 (光ファイバ200m)

伝送前、伝送後の波形を写真1(a)、(b)に示す。壁電流モニタを使用した。

電子銃のバイアス電圧・フィラメント電圧を変化させてビーム電流を変化させることにより、パルス波高の伝送の直線性も実機について調べた。ビーム電流80mAまで良好なことを確認した。

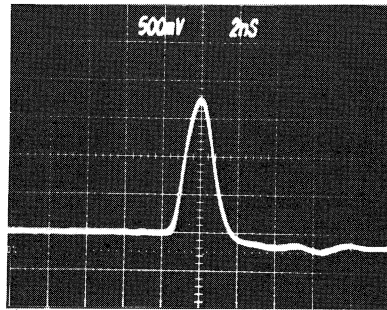


写真1(a) モニタ波形(伝送前)

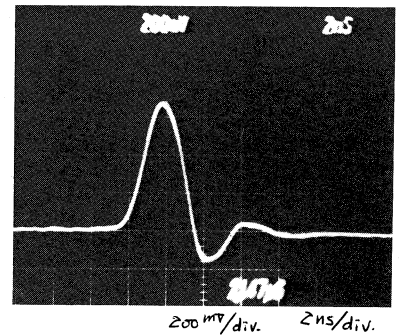


写真1(b) モニタ波形(伝送後)

(2) リニアック終端に設置したモニタからの伝送 (光ファイバ550m)

伝送前、伝送後の波形を写真2(a)、(b)に示す。コアモニタを使用した。この場合伝送前の波形にみられる微細構造のような乱れが、伝送後ではなまってしまい観測されない。ただし波形の半値幅は良く保存されている。

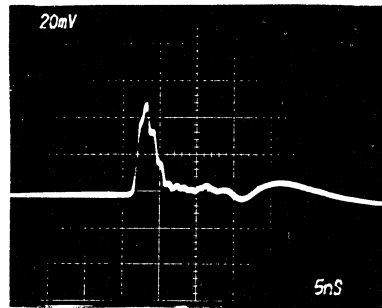


写真2(a) モニタ波形(伝送前)

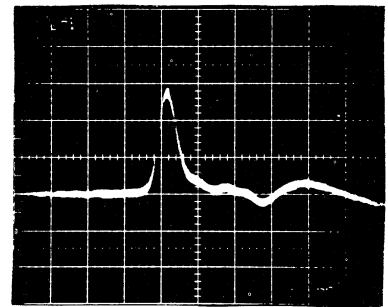


写真2(b) モニタ波形(伝送後)

4. 今後の課題

現在のシステムでは波形を制御室で観察する場合高速のオシロスコープを必要とする。当システムが通常操作する運転機器として使用されるためには、例えばビーム電流値だけでも数値表示して制御卓上で読み取れる等の工夫が必要であろう。