

A Short Pulse Transmission System Using Optical Fibre

N. Kurosawa Y. Hosono

System Development Division, SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO., LTD.

Department of Nuclear Engineering, Faculty of Engineering, University of Tokyo.

ABSTRACT

A Trigger pulse transmission system using multimode optical fibre has been built and tested.

Laser diode and PIN diode were necessary for short pulse transmission and stable operation of O/E module setting in a small space.

An experimental result shows that timing variation of transmitted pulse are within 30 pico seconds.

1. はじめに

一般に高圧ステーション方式を用いたライナック入射部ステーションへのトリガ伝送は同軸チャック方式、高圧コンデンサ方式等が用いられてきた。

これらの方式は高耐圧、伝送損失が小さい（特にシングルバンチの場合）等を考慮しており、大型化するという欠点を持っていた。また費用の点でも数百万円のオーダーとなってしまう。

われわれはこれらの欠点をなくすための、小型（安価）でジッター特性のよい（ ± 10 PS以下）、光ファイバによる伝送システムの開発を行ってきた。本報告ではシングルバンチビーム加速を始として、マルチバンチビーム加速も可能な光ファイバシステムについてのべる。

2. 検討と構成

般用の光モジュールを用いた短距離の光リンクによる予備的な実験ではジッタは数100 PSのオーダーになった。発光素子したLEDの帯域とファイバとの結合パワーの不足が考えられ、レーザダイオードを用いて解決を図った。

伝送すべき情報はトリガパルスの立上がり位置（時間）であるが、パルスの立上がり時間の範囲内で、閾値設定の自由度を持たせるため、主信号回路は線型関係のある回路で構成して入、出力パルスの中で、できるだけ比例関係が成立つようにつとめた。立上がり時間の劣化は周波数特性を補正して解決することにした。

出力パルスの立上り部分に生ずるジッタは、アナログ伝送では雑音と解釈される。光

ファイバ伝送で本質的な雑音、発光素子の量子雑音、受光素子では散弾雑音と熱雑音のうち受光部の雑音はレーザダイオードを用いれば、影響は少なくなる。それでもS/Nを50dB程度に大きくとることはむずかしく、所望のジッタ特性を得るためにはシステムの伝送帯域は350MHz以上を設計の目標とした。

レーザダイオードの量子雑音は各種の構造パラメータに依存するが、屈折率ガイド型のレーザでは閾値電流で規格化した電流レベルに対して同じような振舞いを示す。1) 図1にTJSレーザの量子雑音の相対強度特性を示す。

この他レーザダイオードには反射雑音、モード分配雑音、ファイバを含めた伝送系の一部を共振器とする雑音増加、受信器でのスペckルノイズ等、光のコヒーレンシと光部品構成によって大きく変動する雑音がある。

このシステムは短距離なので、受信パワーはレーザダイオードとファイバの結合に適切なレンズを用いれば、1mW程度得ることは比較的容易で、受信系の雑音は十分規格に入るが定常的な動作では送信系およびファイバでの雑音は大きくなり、規格を満足することは難しい。

しかし、1nsec以下の早い速度で変調した場合、とくに閾値以下の直流バイアス状態からパルスを加えると、立上り部分では過度的に多モード化することが知られている。ここでは瞬時的に多くの縦モードで利得が共振器の損失より大きくなるため発振スペクトルの幅が広がって、一時的であるが量子雑音以外の上記雑音が減少するからで、とくに他モード発振しやすいレーザダイオードを使用することによって、上記S/N規格の実現の可能性を生ずる。

2. 1 光送信モジュール

レーザダイオードは共振器端面の反射率を下げて定常状態で多モード発振するTJSレーザを用いた。ロッドレンズの結合効率は約1/2、発光部とファイバの距離は約10mm、ビッグラール構造のモジュールを作って使用した。送信モジュールの回路構成は図2に示す。

レーザダイオードの駆動はマイクロ波Tr一段でAPC出力(バイアス電流供給)とともに接続した。レーザダイオードのモニタ出力はAPC回路の他に光出力のモニタ回路にも接続して動作表示に使用した。APC回路は閾値以下のLED動作状態で制御動作するよう定数を定める。

2. 2 ファイバ

対放射線性のあるコア部が純石英のファイバで、構造は50/125, SI, NA=0.15, ケーブルはダブルシースのノンメトリックコードとした。

2. 3 受信モジュール

受信部コネクタは直接結合方式をとり、最大結合が得られるようにレセプタクルを加工して高速PINダイオードを固定した。プリアンプは図3に示すようなCE-CC型とし、周波数特性と利得の両立を考えて、出力はQ2のコレクタ側より取り出し、周波数特性の補正はエミッタ側で行った。

出力段は5V (50Ω) を出力するため、パワーTrのコレクタから出力したときは定常電流が大きくなり、モジュールが高温になったが、現在はエミッタフォロウ出力として消費電流を減らしている。

3. 試験結果

手持ちのパルス発生器を用いて試験した結果を写真1に示す。原信号の立上り時間は約1n sec であるが、レーザのバイアスが深い為、光パルスとしては0.6~0.7n sec の立上り時間になっていると推定される。

4. 結び

トリガ信号が短パルスの立上り部分の瞬間値であることから、レーザを多モード化して雑音を減らすことにより、ジッタを約30PSにおさめることができた。安定性、信頼性等については未だ検討すべき点が多いが、基本的な可能性は確認できた。

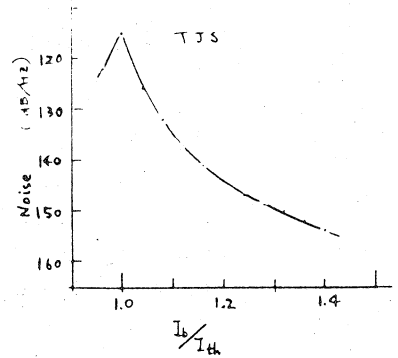


図1 レーザの雑音特性

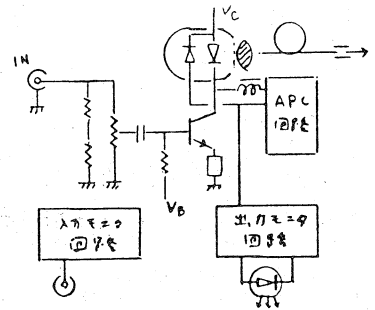


図2 E/O 回路構成図

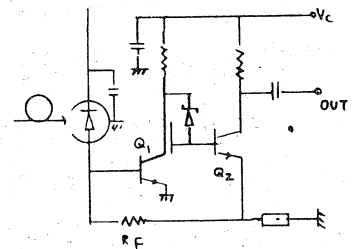
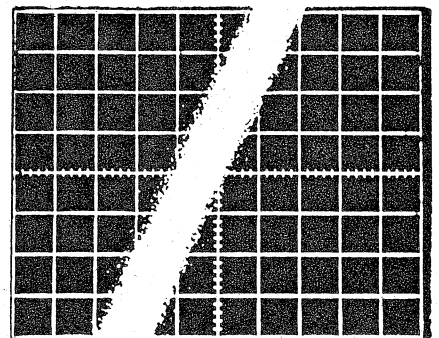


図3 受信モジュール
704 P P P 回路



1) 佐藤健一 半導体レーザと多モード光ファイバを用いたVHF帯多重テレビ信号伝送系の雑音特性 CS82-61

2) Ikegami, T., 1st European Conf. Opt. Fibre Commun. p.111, Sept.1975.