

SFF トランシーバモジュール

中谷 晋 笠井 弘 浅井 正男 中村 努 沢野 正之 香月 陽一郎

沖電気工業株式会社 コンポーネント事業部

〒108-8551 東京都港区芝浦 4 丁目 10 番 16 号

TAL:03-3453-2111

E-mail:nakaya069@oki.co.jp

あらまし 昨今、インターネット、イントラネットの急成長によりデータ伝送主体のデータコム市場の通信トラフィックが急増し、電話を主体としたテレコム市場の通信トラフィックを超えようとしている。特に、SAN(ストレージエリアネットワーク)や LAN(ローカルエリアネットワーク)用に、1Gbit/s 以上の伝送速度を持つ光インターコネクモジュールの需要が急速に増えると予測される。このような要求に対応する為に、SFF(Small Form Factor)の規格に適合した、2.48Gbit/s 用の MU インタインタフェースおよび 1.25Gbit/s 用の MT-RJ インタフェース小型光トランシーバの開発を行った。

キーワード SFF MU MT-RJ トランシーバ

SFF Transceiver module

Susumu Nakaya Hiroshi Kasai Masao Asai Tsutomu Nakamura Masayuki Asai Katsuki Yoichiro

Ok Electric Industry Co.,Ltd

4-10-16, Shibaura, Minato-ku, Tokyo

Abstract Nowadays, the traffic volume of datacom market is increasing rapidly as a result of the huge growth of Internet and Intranet and is about to exceed the traffic volume of the telecom market. Especially the demand of Optical Interconnect Module for SAN(Storage Area Network) or LAN(Local Area Network) having transmission speed of more than 1 Gbps will suddenly increase. We developed compact optical transceiver modules as meet to the SFF(Small Form Factor). One is 2.48Gbit/s MU connector interface transceiver for SDH ,and another is 1.25Gbps MT-RJ connector interface transceiver for Gigabit Ethernet.

key words SFF MU MT-RJ Transceiver

1 はじめに

昨今、インターネット、イントラネットの急成長によりデータ伝送主体のデータコム市場の通信トラフィックが急増し、電話を主体としたテレコム市場の通信トラフィックを超えようとしている。特にコンピュータとストレージデバイスを接続する SAN(ストレージエリアネットワーク)や、コンピュータとネットワーク機器、或いはネットワーク機器どうしを接続する LAN(ローカルエリアネットワーク)には、1Gbps 以上の伝送速度を持つ光インタコネクタモジュールの需要が急速に立ち上がることが予想される。

これらの要求に対応するための小型で、低コストな光インタコネクタモジュールとして SFF(Small Form Factor)と呼ばれる光トランシーバが注目されており、IEC(国際電気標準会議)によって規格の標準化が進められている。

我々は、この規格に適合した、1.25Gbit/s(Gigabit Ethernet 用)、および 2.48Gbit/s(STM-16 用)で動作する、シングルモード光送受信モジュールの開発を進めてきた、今回それらの開発成果について報告する。

2 設計

2-1 緒言

図1に開発した 1.25Gbit/s 用および 2.48Gbit/s 用の光送受信モジュールの外観図を示す。外形寸法は、いずれも D:49.4mm × W:13.5mm × H:9.7mm である。端子は2×5ピンで、端子間のピッチは 10.16mm である。光コネクタには、1.25Gbit/s 用はデータコム分野で実績の高い MT-RJ コネクタを、2.48Gbit/s 用は着脱安定性に優れた MU コネクタを採用した。表1に、1.25Gbit/s タイプ、および 2.48Gbit/s タイプの主要緒元を示す。

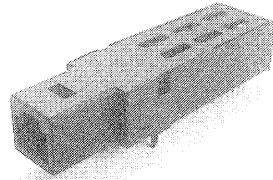
2-2 構成

(1)概要

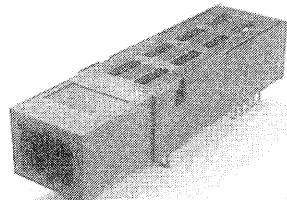
図2に回路構成を示す。IC および回路構成は、MU タイプ、MT-RJ タイプとも共通である。電源電圧は 3.3V であり、信号のインタフェースは PECL インタフェースであり、送信側の信号入力部はテブナン終端回路を内蔵している。また、受信側の信号出力部はオープンエミッタ出力としている。

発光素子はいずれも、1.3 μm 帯の MQW

Fabry-Perot LD を使用し、シングルモードファイバに対応する。レーザの温度制御方式は、バイアス電流を APC コントロールし、変調電流を温度補償する方式を用いている。受光素子は InGaAs PIN-PD を使用しプリアンプは PD モジュールに内蔵している。



(1)1.25Gbit/s 用 MT-RJ タイプ



(2)2.48Gbit/s 用 MU タイプ

図1 光送受信モジュール外観図

表1 主要緒元

	1.25Gbit/s タイプ	2.48Gbit/s タイプ
光インタフェース	MT-RJ コネクタ	MU コネクタ
規格	IEEE802.3z	ITU-T G.957
伝送距離	~5km	~2km
伝送媒体	シングルモードファイバ	
発光素子	1300 μm 帯 FP-LD	
光出力	-11~-3dBm	-10~-3dBm
消光比	9dB	8.2dB
受光素子	InGaAs PIN-PD	
符号誤り率	10 ⁻¹² (PRBS2 ⁷ -1)	10 ⁻¹⁰ (PRBS2 ²³ -1)
受信感度	-19~-3dBm	-18~-3dBm
電源電圧	3.3V	
電気インタフェース	PECL	
外形寸法	D:49.4mm × W:13.5mm × H:9.7MM	
端子数	2×5ピン	

図 3 に MU タイプ送受信モジュール、図 4 に MT-RJ タイプ送受信モジュールの実装構成図を示す。基板は MU タイプ、MT-RJ タイプとも、送受信回路のアイソレーションを確保するためと、部品の実装エリアを確保するために、送信回路基板および受信回路基板をそれぞれ分離して垂直に搭載した。基板の材質は通常ガラスエポキシ基板を使用し、層数は4層とした。基板のサイズは、いずれも、幅 7.6mm、長さ 30.4mm で、厚みが 0.8mm である。IC はベアチップを基板に搭載後樹脂ポッティングする COB 実装を行っている。

基板および光モジュールを収納するケースは樹脂モールド製で、基板を保持する下側の部分と、光コネクタハウジングと一体化した上蓋部分の2部品から構成されている。

光モジュールの実装方法は、それぞれの光コネクタ形状に適した実装設計をする必要がある。光インタフェース部の送受信間のファイバピッチは、MU タイプが 4.5mm、MT-RJ タイプが 0.75mm と大きく異なる。また勘合方式も、MU タイプが $\phi 1.25\text{mm}$ のジルコニアフェルールを、割スリーブによって接続するのに対し、MT-RJ タイプが $2 \times 4\text{mm}$ の MT 型プラスチックフェルールを、2本本の勘合ピンによって接続するという方法である。これらの条件にそれぞれの対応させた実装設計を行った。

(2) MU タイプ送受信モジュール

MU タイプの 4.5mm ピッチ光インタフェースの場合、通常市販されている TO-46 タイプの CAN パッケージの光モジュールを2個並べることはできない。そこで、光モジュールには、MU レセプタクル用に最適化した SMT(表面実装)型の光モジュールを使用し、送受信回路基板の内側に背中合わせの状態にて実装した。SMT 型光モジュールの実装高さは 3mm であり、4.5mm の光学ピッチに対しては十分に余裕のある実装条件が確保されている。また、基板実装面からのフェールの高さを最適に設定し、基板の裏面側に取り付けられた電気端子の送受信間の端子ピッチがちょうど 10.16mm になるようにした。

組立の手順は、送受信基板に LDモジュール、PDモジュール及び端子の取り付けを完了させ、これを、下側のケースに収納し、上蓋部分を光軸方向から挿入するというきわめて簡単な方法で組み立てができるようにした。図 5 に実装後の送受信基板を示す。

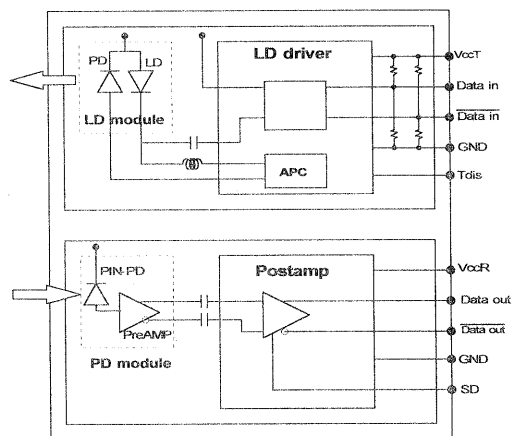


図 2 回路構成

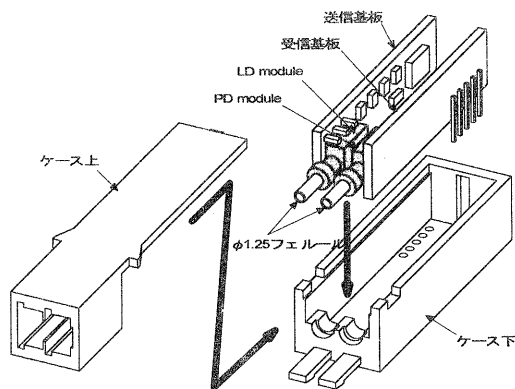


図 3 2.48Gbit/s MU タイプ送受信モジュール

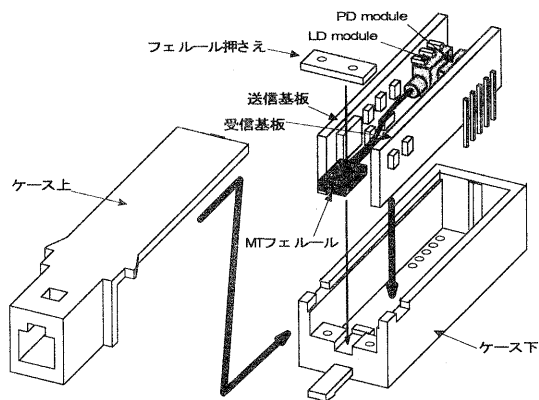


図 4 1.25Gbit/s MT-RJ タイプ送受信モジュール

(3)MT-RJ タイプ送受信モジュール

MT-RJ タイプは、光インタフェース部のピッチが 0.75mm と非常に狭く、ダイレクトに光部品に結合させるのは、クロストークなどの面で性能を確保するのが困難である。そこで、光モジュールはピッグテール型の SMT 型光モジュールを基板の後端部に搭載し、MT フェルールまでを短尺の光ファイバで接続する方法をとった。

組立の手順は、まず先にピッグテール型のLDおよびPDモジュールを作製し、この先に±0.2mm の長さ精度で MT フェルールを取りつけて光モジュールと MT フェルールを一体化する。つぎに送受信基板にLDおよびPDモジュールを固定した後、これを、下側のケースに収納し、MUタイプ同様に上蓋部分を光軸方向から挿入する。このとき、MT フェルール部分は下側のケースに接着剤で固定しておく。図 6 に実装後の送受信基板を示す。

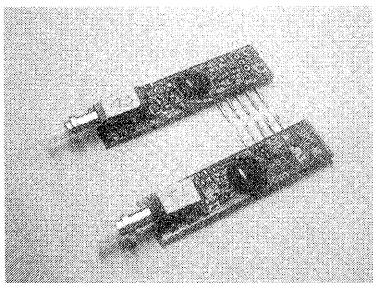


図 5 MUタイプ送受信基板

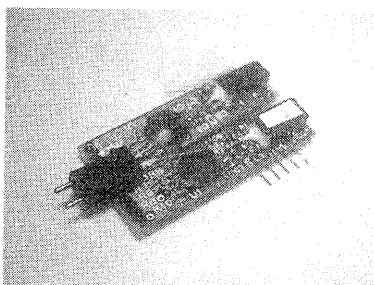


図 6 MT-RJタイプ送受信基板

3 特性

3-1 コネクタ着脱特性

レセプタクル構造の光送受信モジュールの場合、モジュール側のフェルールは通常のコネクタと異なり、フローティング機構を持たないため、通常のコネクタどうしの結合より、着脱特性にばらつきが出や

すい。今回、着脱ばらつきを低減するために、コネクタハウジングとフェルールの位置関係が正確に位置決めされるようにケースの構造を最適化した。

図 7 に MU タイプの繰り返し着脱試験による、光出力特性、および反射減衰量特性、図 8 に MT-RJ タイプ の繰り返し着脱試験による光出力特性、および反射減衰量特性を示す。50 回の繰り返し着脱において MU タイプの光出力ばらつきは最大で 0.04dB であり、非常に高い安定性が得られた。MT-RJ タイプの光出力ばらつきについても 0.20dB と十分に安定した値が得られた。また、反射減衰量については MU タイプ、MT-RJ タイプとも 50dB 程度と良好な特性が得られた。

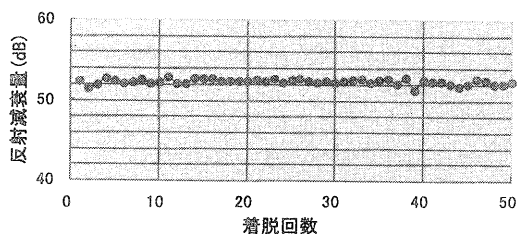
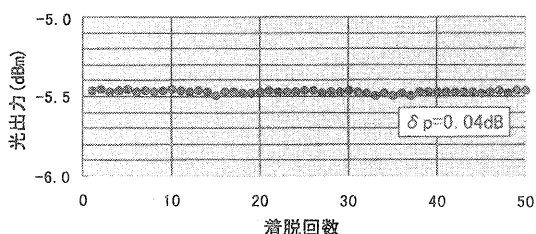


図 7 MUタイプ繰り返し着脱特性

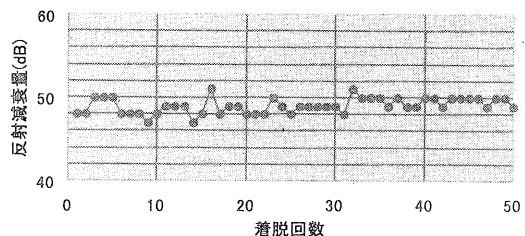
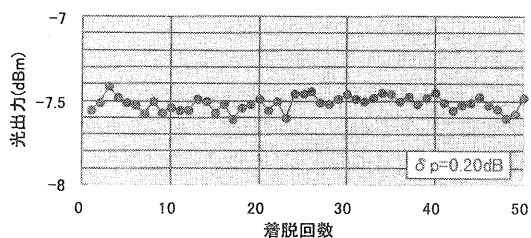


図 8 MT-RJタイプ繰り返し着脱特性

3-2 送受信特性

(1) MT-RJ タイプ送受信特性

MT-RJ タイプ送受信モジュールを 1.25Gbit/s (PRBS2⁷-1) で動作させたときの、フィルタ通過後の送信光波形を図 9 に、受信波形図 10 に示す。送信光波形は、IEEE802.3z のアイマスク規定を満足している。また、受信波形についても十分なアイ開口が得られている。図 11 に、送受信回路を分離して動作させた時と、送受一体で動作させた時の符号誤り率特性を示す。送受一体で動作させた時の最小受信感度は、BER=10⁻¹² において -22.9dBm であり、仕様の -19dBm に対して十分なマージンを有している。また送受を分離して動作させた場合に対して、0.6dB のエラーの増加が見られる。これは、送信回路から受信回路に及ぼすクロストークの影響によるものである。

(2) MU タイプ送受信特性

MU タイプ送受信モジュールを 2.48Gbit/s (PRBS2²³-1) で動作させた時のフィルタ通過後の送信光波形を図 12 に、受信波形を図 13 に示す。送信光波形は、ITU-T G.957 のマスク規定を満足している。また、受信波形についても十分なアイ開口が得られている。図 14 に送受信回路を分離して動作させた時と、送受一体で動作させた時、さらに送受信基板に個別に、金属製のシールドカバーを取りつけて一体で動作させた時の符号誤り率特性を示す。送受を分離して動作させた時に対して、送受一体で動作させた場合、金属カバーがない場合 2.6dB のクロストークによるエラーペナルティが生じる。これに対し、シールドカバーを取りつけることにより、クロストークの影響が大きく低減され、最小受信感度は BER=10⁻¹⁰ において -18.6dB が得られ、仕様の -18dBm を満足する性能を達成することができた。

3-3 消費電力

送受信モジュールの消費電力は、MU タイプ、MT-RJ タイプとも、送信側が 0.4W、受信側が 0.3W、

であり、合計で 0.7W である。

完全に無風状態で動作させた場合には、回路の発熱の影響により、光モジュールに 15℃程度の温度上昇が生じるが、強制空冷条件では光モジュールの温度上昇は 7℃程度に抑えられた。

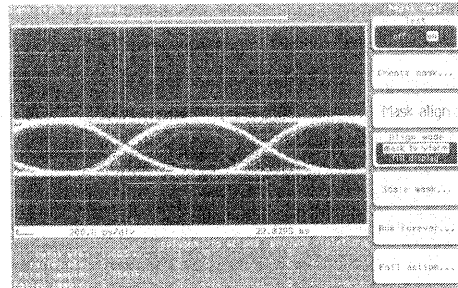


図 9 MT-RJ タイプ 1.25Gbit/s 送信光波形

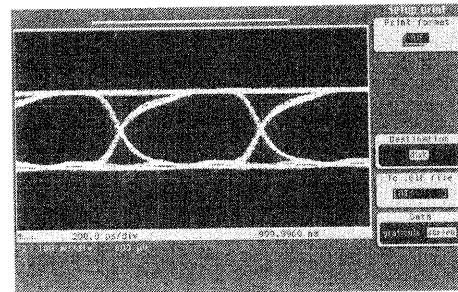


図 10 MT-RJ タイプ 1.25Gbit/s 受信波形

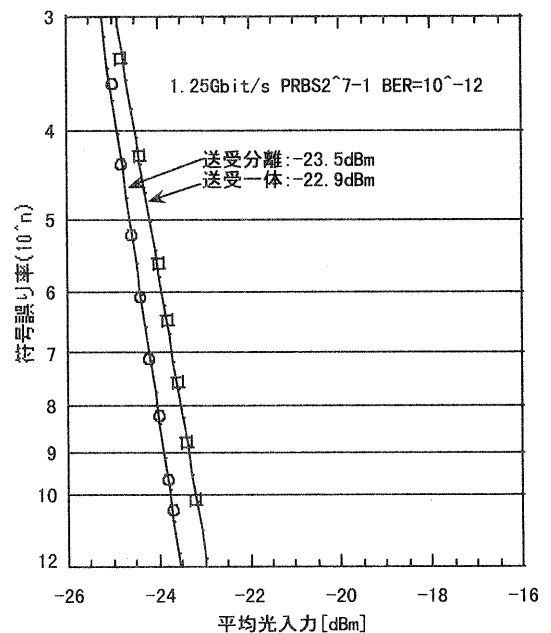


図 11 MT-RJ タイプ 1.25Gbit/s 符号誤り率特性

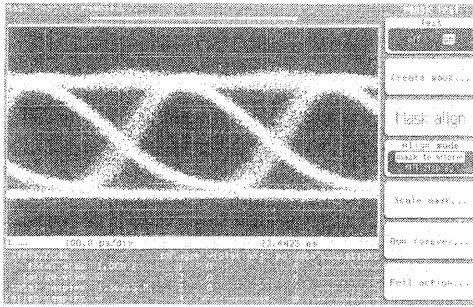


図 12 MU タイプ 2.48Gbit/s 送信光波形

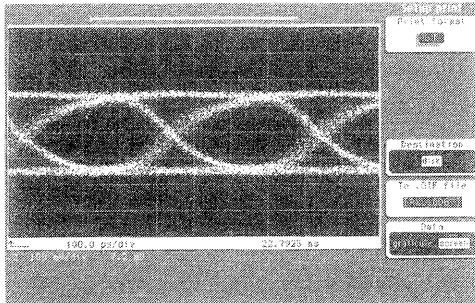


図 13 MU タイプ 2.48Gbit/s 受信波形

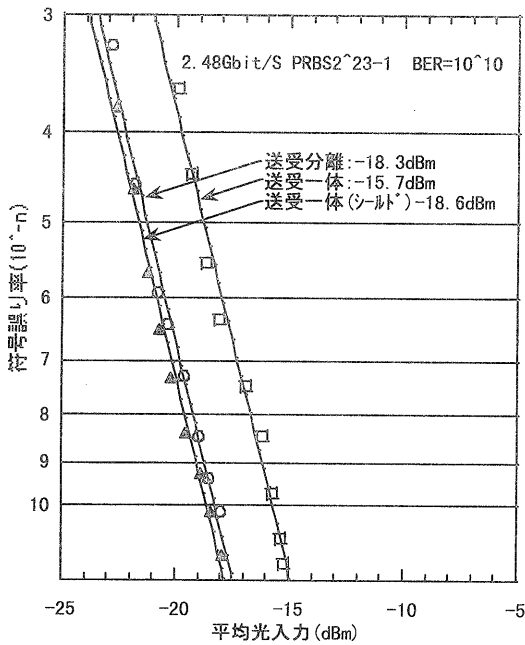


図 14 MU タイプ 2.48Gbit/s 符号誤り率特性

4. まとめ

SFF の規格に対応する光トランシーバとして、MT-RJ コネクタインタフェースの Gigabit Ethernet 用 1.25Gbit/s 光送受信モジュールと、MU コネクタインタフェースの STM-16 用 2.48Gbit/s 光送受信モジュールの開発成果について報告した。

1.25Gbit/s MT-RJ タイプについては十分な性能を達成することができた。2.48Gbit/s MU タイプは、着脱特性について非常に高い性能を得ることができたが、送受信特性については、送信波形、最小受光感度にマージンがなく改善が必要である。