

800 Mbit/s/ch × 12 ch 光インタコネクットモジュールの開発

三浦 篤, 刀祢平高一郎, 古市浩朗¹, 深代康之, 芳賀徹, 上野 聡², 末島哲士, 高井厚志

(株)日立製作所 通信事業部

〒244-8567 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 216 番地

E-mail: atsushi_miura@cm.tcd.hitachi.co.jp

¹/(株)日立製作所 生産技術研究所 ²/(株)日立製作所 デバイス開発センタ

あらまし

通信機器, 計算機などの装置内, 装置間配線の高速化大容量化の要求に対応すべく、チャンネルあたり伝送速度 800Mbit/s の 12 チャンネル光インタコネクットモジュールを開発、試作し、良好な評価結果を得た。伝送時のチャンネル間スキュー低減のため、シングルモードファイバを使用、エッジパルス重畳によるレーザ駆動方式を採用し、LD 発振遅延時間を低減した。レンズアレイによる気密封止構造、YAG 溶接による部品固定の採用により高信頼性を実現した。

和文キーワード: 光インタコネクット、シングルモードファイバ、YAG 溶接、気密封止、レンズアレイ

Development of 800 Mbit/s/ch × 12 ch Optical Interconnect Modules

Atsushi Miura, Koichiro Tonehira, Hiroaki Furuichi¹, Yasuyuki Fukashiro,
Tohru Haga, Satoshi Ueno², Tetsushi Suejima, and Atsushi Takai

Telecommunication Systems Division, Hitachi, Ltd.

Totsuka 216, Totsuka, Yokohama, 244-8567, Japan Email: atsushi_miura@cm.tcd.hitachi.co.jp,

¹/ Production Engineering Research Laboratory, Hitachi, Ltd. ²/ Device Development Center, Hitachi, Ltd.

Abstract

We developed 12ch optical interconnect modules operating at the rate of 800 Mbit/s per channel for the demands of high-speed and high density interconnection in telecommunication and computer systems. High-speed parallel transmission and high reliability are confirmed.

For skew reduction between channels, single mode fiber (SMF) is used and laser turn-on delay time is reduced by edge-pulse convoluting modulation method. For high reliability, lens arrays are used for optical coupling and hermetic sealing.

Keywords: Optical interconnect, Single mode fiber, YAG welding, hermetic sealing, lens array

1.はじめに

情報化社会のめざましい発展に伴い通信機器やコンピュータなど情報処理装置の高速化、大容量化が強くとめられている。LSIの大規模化、高速化によりこれに対応してきたが、配線の高速、高密度化がハードウェア設計上のボトルネックになりつつある。これを解消するために光配線(光インタコネクタ)技術の研究開発が盛んに行われ、実用化に向けた動きも活発である[1][2][3]。

我々はこれまでに、チャンネルあたり 200 Mbit/s × 8 ch の伝送モジュールを開発[4]、同 12ch 版を製品化[5]、800Mbit/s/ch × 12ch 光インタコネクタ送信モジュールを試作し報告した[6]。今回は本モジュールの構造及び信頼性に関して良好な結果が得られたので報告する。

2.概要

表 1 は試作した光インタコネクタモジュールの主な仕様である。本モジュールは 1 つのクロック専用チャンネルと 11 のデータチャンネルにより構成され、各チャンネルは互いに位相関係の同期を保ったまま伝送を行う。最大クロック周波数は 800 MHz、データチャンネルの最大伝送速度はチャンネルあたり 800 Mbit/s である。

モジュールの機能ブロックを図 1 に示す。同期転送を可能とするため、各データチャンネルのクロックチャンネルに対する伝搬遅延時間差(スキュー)は、識別位相余裕を確保できるように管理されなければならない。本モジュールでは送信、受信それぞれにラッチを内蔵した。送信モジュールに入力されたデータ信号は並送するクロックによりラッチをかけたのち電気、光変換しファイバに送出される。受信モジュールでは受信したクロックにより光、電気変換されたデータ信号をラッチすることで光伝送に伴う波形歪みやファイバスキューをキャンセルしてデータを送出する。送信モジュール、受信モジュールの両方にラッチを入れる今回の方式により、ユーザは光伝送に関わる複雑なタイミング設計から開放されるメリットがある。最大 100 m の同期転送に対応するため、伝送路はシングルモードファイバアレイを採用した。

光コネクタは着脱の容易なプッシュオンタイプの多心光コネクタ(MPO コネクタ)を採用した。

最大伝送速度	800 Mbit/s/ch
チャンネル構成	11 Data + 1 CLK
最大伝送距離 [m]	100
伝送スキュー [ns]	±0.2 (TX) / ±0.25 (RX)
電気インタフェース	LVDS 接続可能
光コネクタ	12 心 MPO (SMF)
消費電力 [mW/ch]	160 (TX) / 140 (RX)
電源電圧 [V]	+3.3±0.3 単一電源
動作温度範囲 [°C]	0 ~ 80

表 1 主要仕様

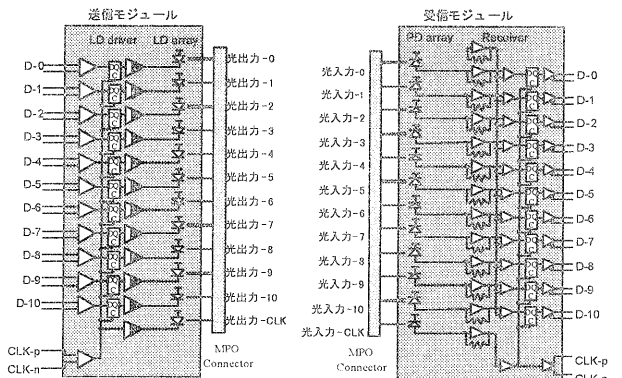


図 1 機能ブロック

モジュール外観写真を図2に示す。全体構造は200 Mbit/s版[5]を踏襲した。光素子アレイとファイバ間は平板マイクロレンズ(PML:Planer Micro Lens)アレイによる光学系[7]を用いて光素子およびICを気密封止し信頼性を確保した。装置基板へのモジュール実装を容易に行える様モジュール端子は46ピンのPGAタイプとした。開発したモジュールは送信受信とも同一の構造となっている。本報告では、光学的特性上の理由から高い安定性、信頼性が要求される送信モジュールの特性及び構造について述べる。

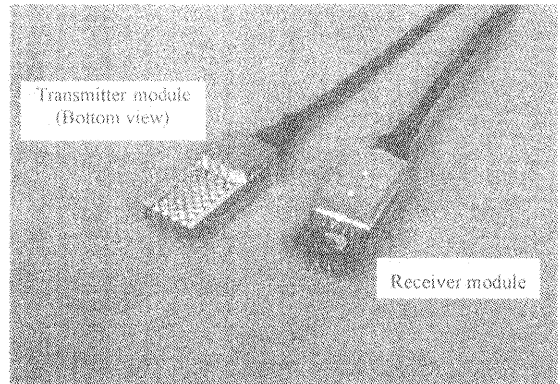


図2 モジュール外観写真

3.送信モジュールスキュー

送信モジュールは入力バッファ、ラッチ、LD 駆動回路を集積化したドライバアレイ IC と 12 チャンネル LD アレイからなる。IC は $0.3 \mu\text{m}$ Si バイポーラプロセスを使用した。電気入出力には LVDS が接続可能な差動インタフェースを採用し、高速伝送を安定して行うためにモジュールの電気信号入力回路に終端抵抗を内蔵した。シングルモードファイバ伝送に対応するため、光源には波長 $1.3 \mu\text{m}$ 端面発光レーザーを採用した。このレーザーは変調ドープ MQW 構造を有し、1.5 mA の低しきい値と高速応答性を特徴とする。レーザーの低しきい値化により発振遅延時間の短縮と低消費電力化を、高速応答により後述する受信モジュールにおける光パワー依存の波形歪み抑圧を図った。光出力パワーおよび発振遅延時間の温度特性を安定化するため、LD 駆動 IC に温度センサを内蔵し LD 素子の温度特性を補償する方式[5]を採用した。さらに図3に示すエッジパルス方式にて LD 電流の振幅拡大による発振遅延時間の圧縮と、発振遅延時間相当分のパルス幅補償を行うことにより高速並列伝送に耐える波形歪み制御の高精度化を図った。図4に送信モジュールのスキュー特性評価結果を示す。横軸はチャンネル番号、縦軸は出力スキューである。スキューは $0.02 \sim -0.09 \text{ ns}$ と温度、電源変動に対して変動量は 0.07 ns と安定した特性を得た。

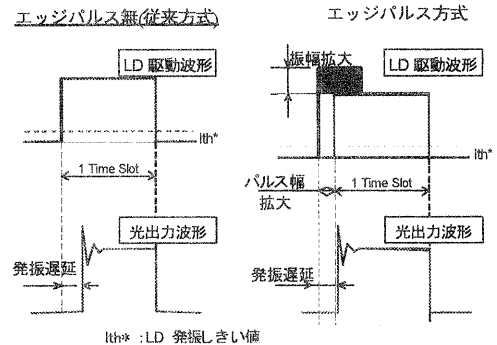


図3 エッジパルス方式

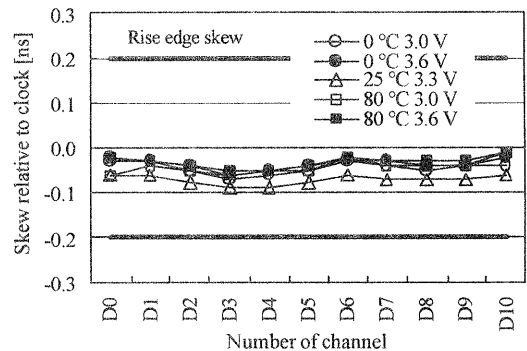


図4 送信モジュールスキュー

3.モジュール構造

図5は本モジュールの光学部構造の概略である。光学部品には、250 μm ピッチのアレイ状に一体形成されたレーザ、レンズ、ファイバを使用し、複数チャネルの光学系を一括して位置合わせ、組立が可能となっている。LDアレイより発出した光は PML アレイにより集光され、シリコン V 溝上に配列固定されたシングルモードファイバアレイに結合される。反射戻り光抑圧のため PML アレイには反射防止コート及びファイバアレイの先端は斜め

研磨を施した。

送信モジュールではファイバ端光出力特性確保のため、光学系にはミクロンオーダーの高い精度が必要となる。特に本開発品のような並列伝送モジュール特有の課題として光出力変動のチャンネル間偏差の抑圧が必要である。光学系におけるチャンネル間偏差の要因は、部品製造時の配列誤差と熱膨張によるピッチの変動である。ここで特に問題となるのが温度による結合効率の変動である。モジュール光学系を構成する各材料の熱膨張係数の違いによりアレイデバイスの配列ピッチに誤差が生ずることに起因する。図6に本モジュールの光学設計における光結合効率とファイバ位置との相関を示す。

横軸が結合効率最適点を基準としたファイバアレイの位置、縦軸が結合効率最適点を基準(0dB)とした結合効率を示す。本モジュールのレベル設計では光出力偏差 2dB を許容する設計となっており、ファイバ位置に対するトレランスは実測値においてほぼ計算どおりの $\pm 4 \mu\text{m}$ 確保出来ている。

この値は、前述のピッチ変動を吸収するに十分な値であるといえる。

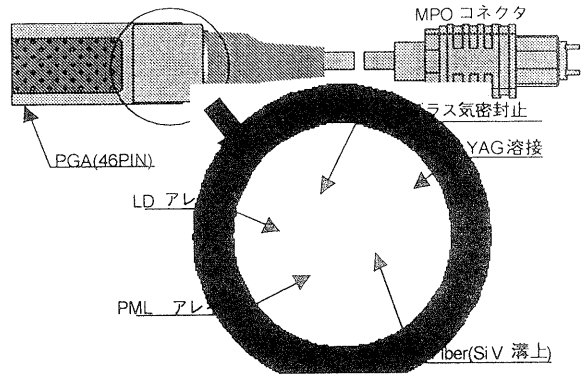


図5 光学部構造概略

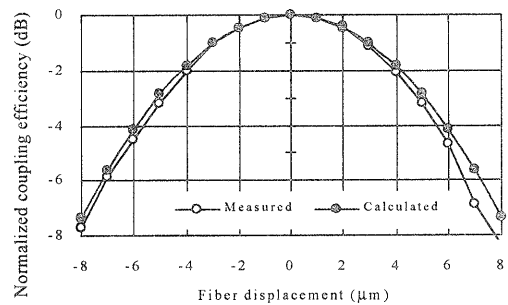


図6 結合効率のファイバ位置依存性

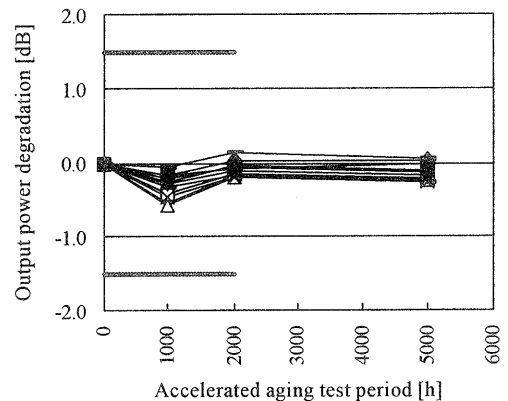


図7 送信モジュール高温通電試験結果

5.信頼性確認

本モジュールの信頼性を確認するためにケース温度 80 °C, 5000 h の高温通電試験を行った。図 7 に示すとおり光出力変動は 0.6 dB 以下の良好な結果を得ることにより、溶接固定及び気密封止を採用した本モジュールの信頼性が確保されていることを確認した。

6.まとめ

チャンネルあたり 800 Mbit/s の 12ch 光インタコネクタ送信,受信モジュールを開発し、良好なスキャー特性、高い信頼性を備えていることを確認した。

参考文献

- [1] C.kellar et al.,in Proc. IEEE LEOS '97,Vol.1,pp.57-58,1997
- [2] H.Karstensen et al.,in Proc. 48th ECTC, pp.747-754,1998
- [3] 長堀, 他 : '99 信学総合大会 SC-5-4 (p199-200)
- [4] 高井 : '94 信学技報 EMD94-4(p19-26)
- [5] 三浦, 他 : '96 信学ソサイエティ大会 SC-5-4 (p224-225)
- [6] 刀祢平, 他 : '99 信学総合大会 SC-5-5 (p201-202)
- [7] S.Kaneko,et al.:proc.ECOC,93,Vol.1,pp413