

超並列光インターコネクションモジュール

桂 浩 輔

マルチメディア時代の膨大な情報を処理するコンピューターや通信装置にはシステム処理能力の飛躍的な向上が望まれており、超高速 LSI や高密度配線板の開発が活発化している。一方、これらの配線板や装置を接続する信号配線においては、従来の電気配線の使用が、高速性、実装密度の観点からシステム性能向上のボトルネックとなりつつある。光インターコネクションは、これを解消する技術として脚光を浴びており¹⁾、特に装置の高スループット化に伴い、数百 m 以下の近距離の装置間、ボード間信号接続において、光インターコネクションのニーズが顕在化してきている。

このような背景から、NTT では、将来の大容量通信装置や超並列コンピューターの実現に向けた、超並列光インターコネクション ParaBIT (parallel inter-board optical interconnection technology) の開発を進めている²⁻⁴⁾。本稿では、ParaBIT の開発コンセプトとその主要キー技術について紹介する。

1. 開発コンセプト

電気配線の代替として光インターコネクションが導入されるためには、経済性が不可避となる。ParaBIT では、経済性を主眼に置き、量産化効果によりコスト削減が期待できるデバイス、ならびにモジュールコストの大半を占める組み立て実装工程において量産化に適したモジュール実装技術を開発することを念頭においた。性能仕様としては、コンピューターに適用される LSI の単位データ幅 (8, 16, 32 ビット) 分の信号とフレーム同期信号等を直接電気光変換可能な並列度 (チャンネル数) をもたせ、並列光インターコネクションの特徴を最大限に生かす構成とした。チャンネル当たりの伝送速度は、プリント基板上での伝搬可能な電気信号速度を考慮し、622 Mb/s の SDH 伝送インターフェース (STM-4) を有する信号とヘッダ信号等を同時に伝送可能な 700 Mb/s の信号速度とした。

図 1 に ParaBIT のプロトタイプモジュールの構造を、表 1 に設計目標を示す。

2. ParaBIT の主要なキー技術

1 モジュール内にこれらの仕様を凝縮するため、以下の主要キー技術を新規に開発した。

(1) 面発光レーザー (VCSEL) アレイ： VCSEL は、劈開が不要でウェハーレベルでの検査が可能のため本質的に量産性が高いデバイスであるとともに、受信モジュールと構造を統一できるという実装上の優位性がある。図 2 に開発した VCSEL⁵⁾ を示す。850 nm 帯 GaAs-p 基板上に作製した 250 μm ピッチ 10 ch アレイで、発光径は 15 μm 、閾値 5 mA、光出力 3 mW ($I=15$ mA 時) を得ている。

(2) 多心 BF コネクター： ParaBIT の最大の特徴である 40 ch という超多チャンネル化を実現するためには、従来の多心一括形コネクターでは、ピッチ間距離の累積公差の増大を克服困難と判断し、フェルルールやばねが不要な新構造の小型高密度多心コネクターを開発した⁶⁾。図 3 に BF (bare fiber) コネクターの構造と全体の光学系を、図 4 (a) に外観写真を示す。裸ファイバーの柔軟性と座屈による接触力付与機構により、寸法精度を著しく緩和しながら PC (physical contact) 接続を実現する⁷⁾。本技術により 100 心を超えるコネクターも容易に実現可能である。挿入損失はすべて 0.1 dB 以下、反射減衰量はすべて 35 dB 以上の使用測定器の限界値を示し良好な特性を確認している。

(3) ポリマー光導波路によるパッシブ光結合： 図 3 に

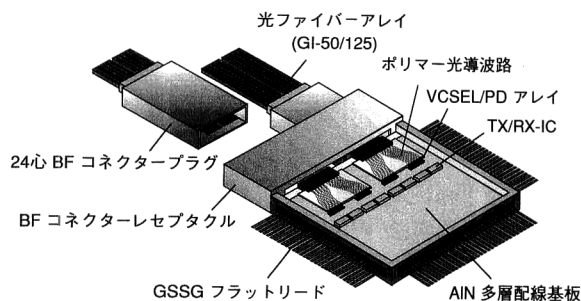


図 1 ParaBIT のモジュール構造 (プロトタイプ)。

NTT 光エレクトロニクス研究所 (〒180-8585 武蔵野市緑町 3-9-11)

E-mail: katsura@ilab.ntt.co.jp

表1 設計目標.

項目	設計値
チャンネル数	40 (or 20 Tx/20 Rx)
ビットレート [Mb/s]	DC-700
消費電力 (送受) [mW/ch]	200
電気インターフェース	差動 ECL
電源電圧 [V]	-4.5
パッケージ寸法 [mm]	48 (L) × 47.2 (W) × 8.5 (H)
伝送距離 [m]	100 以上
誤り率	10 ⁻¹⁹
使用環境温度 [°C]	0~70

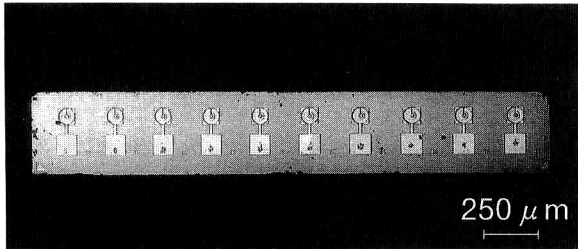


図2 850 nm 帯 10 ch GaAs-p 基板 VCSEL アレイ.

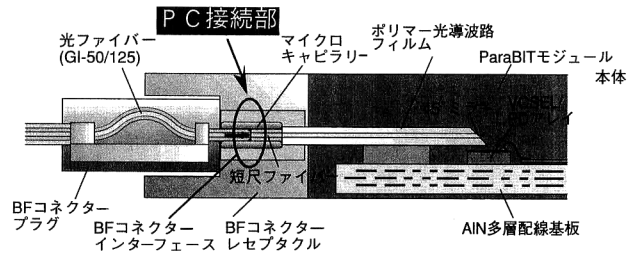


図3 BF コネクタの構造と ParaBIT の光結合系.

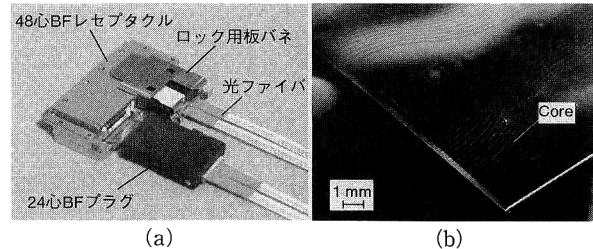


図4 BF コネクタ (a) とポリマー光導波路フィルム (b).

示した ParaBIT の光結合系には、BF コネクタと光デバイス間をパッシブアライメントにより一括接続可能とするため、端部に 45°ミラーを形成したポリマー光導波路フィルムを用いている^{6,8)}。図4(b)に 24 ch ポリマー光導波路フィルムを示す。本フィルムには、光デバイス側と BF コネクタ側との搭載ピッチを整合させるため S 形状をもたせ、250 μm ピッチで配列された 2 組の 12 本の光導波路 (光結合用 10 本 + 評価用 2 本) を形成している。1 モジュール内に、これを 24 心 BF コネクタとともに各々 2 組搭載し、40 ch のコネクタ出しを可能としている。

(4) 送受信 IC⁹⁾: 送受信 IC は、雑音に強い差動入出力 ECL インターフェースを有する Si バイポーラであり、5 ch を 1 チップに集積し、-4.5 V 単一電源で動作する。DC からの動作を可能とし、かつ回路を簡素化し低消費電力化を図るため、受信 IC では、固定レベル識別方式を採用して DC 結合とし、送信 IC は、APC 回路を省略し、固定バイアス電流、固定パルス駆動電流方式とした。

上記技術を結集し試作した ParaBIT のプロトタイプモジュールは、総スループット 28 Gb/s (40 ch × 700 Mb/s) と、現時点でチャンネル数、総スループットともに世界最高性能を有している¹⁰⁾。

文 献

- 1) 桂 浩輔: 回路実装学会誌, **13** (1998) 17-18.
- 2) 安東泰博, 桂 浩輔: 1997 年信学会通信ソサイエティ大会講演論文集, **2**, B-10-130 (1997) 429.
- 3) Y. Ando: *Proc. IEEE Lasers and Electro-Optics Society 1997 (LEOS '97) 10th Annual Meeting*, **1** (1997) 126-127.
- 4) K. Katsura, M. Usui, N. Sato, A. Ohki, N. Tanaka, N. Matsuura, T. Kagawa, K. Tateno, M. Hikita, R. Yoshimura and Y. Ando: *Proc. 48th Electronic Components & Technology Conference* (1998) pp. 740-746.
- 5) Y. Kohama, Y. Ohiso, K. Tateno and T. Kurokawa: *IEEE Photonics Technol. Lett.*, **9** (1997) 280-281.
- 6) M. Usui, N. Matsuura, N. Sato, M. Nakamura, N. Tanaka, A. Ohki, M. Hikita, R. Yoshimura, K. Tateno, K. Katsura and Y. Ando: *Proc. IEEE Lasers and Electro-Optics Society 1997 (LEOS '97) 10th Annual Meeting*, **1** (1997) 51-52.
- 7) Y. Ando and I. Nishi: *Appl. Opt.*, **21** (1982) 2689-2692.
- 8) M. Usui, M. Hikita, R. Yoshimura, S. Tomaru, S. Imamura, K. Katsura and Y. Ando: *IEICE Trans. Electron.*, **E81-C**, No. 7 (1998) 1027-1033.
- 9) 田中伸幸, 中村正人, 石塚文則, 桂 浩輔, 安東泰博: 1997 年信学会通信ソサイエティ大会講演論文集, **2**, B-10-132 (1997) 431.
- 10) Y. Ando: *Proc. the International Symposium of the JPCA* (1998) pp. 43-50.

(1998 年 8 月 29 日受理)