

C-20 複数ボード間の信号伝送に光バックプレーンバスを適用したモジュールの試作

Optical backplane bus module prototype for multiple PWB interconnection.

三浦 昌明† 小関 忍† 岡田 純二† 舟田 雅夫†
Masaaki Miura Shinobu Ozeki Junji Okada Masao Funada

1.はじめに

CPU 基板とメモリ基板の処理速度の高速化に比べ、両基板間の伝送路のスループット向上が、電気信号では困難になりつつある。これら基板間の信号伝送路に、光ファイバを利用した光送受信モジュールが報告されている¹⁾。

しかし、1対1の接続を基本とする光ファイバを用いて基板間の伝送路を構成すると多数の光ファイバや光送受信回路が必要となり、実装面積やコストなど多くの課題が存在する。

我々は光信号をバス接続する光配線技術として、平板状の光伝送路を用いて、各光出射部に均一に光が拡散するよう処理を施した、光シートバス技術²⁾³⁾を提案している。

これまでに光シートバス技術の応用として、導光分岐一体型光学系⁴⁾(図2)によって接続される SCSI バックプレーンバスシステム⁵⁾、光カプラ型光学系⁶⁾によって接続される CPU-メモリバスシステムを各々開発してきた。

今回、光シートバス技術を適用し、回路基板間をバス接続可能で、これまでより光の入出射ノード数の多い光シートバス導光路を作製した。これを用いて光バックプレーンバスモジュールを試作し、その実用性と効果を確認した。

2.光バックプレーンバスモジュール

2-1 システム構成

図1に今回試作した光バックプレーンバスモジュールと CPU/メモリ基板を接続した構成図を示す。CPU 基板とメモリ基板は、電気バックプレーンバスモジュール(40MHz、28ビットの非同期バス)上で動作するものを用いた。

作製した光シートバス導光路は、図2に示した導光分岐一体型で光の入出射ノード数は11とした。1つのノードで光信号の入出力を行えば、最大11枚の基板を搭載可能である。今回は受発光素子のパッケージに汎用の CAN パッケージを用い、光コネクタ内に発光部と受光部を別体で実装したため、基板1枚を接続するために2ノードを使用した。

光バックプレーンバスモジュールにおいて上記の電気信号を320Mbps、6ビットの信号に並列直列変換する。よって光バックプレーンバスモジュールの総スループットは1.92Gbpsである。

光信号1ビットの伝送に光シートバス導光路を1枚使用する。今回はさらにもう1枚の光シートバス導光路を使ってバスクロック信号を伝送し、光バックプレーンバスモジュール上の各回路を1つのバスクロック信号に同期させる構成にした。

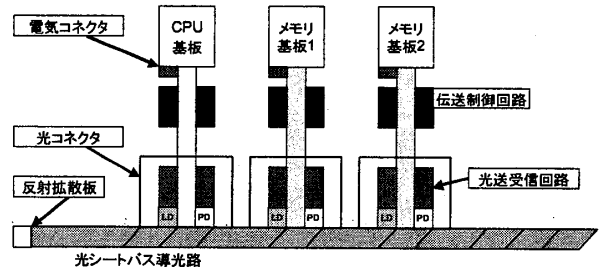


図1. 光バックプレーンバスモジュール

以下、光バックプレーンバスモジュールを構成する光シートバス導光路、光送受信回路、伝送制御回路について述べる。

2-2 光シートバス導光路

光シートバス技術は、図2に示すように光シートバス導光路のある光入射ノードから入れた光信号が、複数の光出射ノードへほぼ均一な光量で伝送されることが特長である。これにより光信号を用いたバス接続を実現することができる。

試作した導光路は以下の特長を持つ。

- 光シートバス導光路の鉛直(Z)方向に入射する信号光を、光シートバス導光路のY方向に反射させる45度面をもつ。
- 光シートバス導光路の形状を図1のようにバックプレーン配置に適した階段状にした。
- 信号光がすべての出射部で均一な光量分布を実現できるようにミキシング領域を設けた。
- 試作した光シートバス導光路のノード1から拡散反射板までの長さは450mmである。

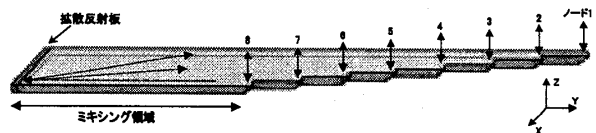


図2. 光シートバス(8ノード型の例)

2-3 光送受信回路

光送信回路は、次節で述べる伝送制御回路から送出された320Mbpsの電気信号を電気/光変換し、光信号を光シートバス導光路へ入射する。

光受信回路は、光シートバス導光路から出射された光信号を光/電気変換し、この微弱な電気信号をアンプによってデジタル信号レベルに増幅する。

† 富士ゼロックス株式会社
ニュービジネスセンター ITデバイス事業開発部
<http://www.fujixerox.co.jp/nbc/esradd/osb/>
Masaaki.Miura@fujixerox.co.jp

高速の信号を正しく受信するために、並送したバスクロック信号と各データ信号間の位相をあわせるために、位相調整部を設けた。この調整には、データ信号の信号線上に配置した遅延素子を用いた。

2-4 伝送制御回路

伝送制御回路(図3)は、光送受信回路とCPU/メモリ基板のインターフェイスとして機能する。つまり、本来電気バスによって伝送される信号を光信号伝送に適した通信規約に変換し、かつデータ列の並列・直列変換を行なう。これによって、CPU/メモリ基板の28ビット、40Mbpsの信号が6ビット、320Mbpsの信号に変換され、光送受信回路に受け渡される。

光/電気変換した後の微弱信号を増幅する過程で、信号の変調成分のみを抽出するために、信号線上に容量結合を用いた。このため、伝送路に流れる信号のデューティ比は50%付近であることが必要である。そこで送信側の符号化回路によって、データ信号6ビット毎に符号ビットを2ビット付加する。その後並列直列変換回路によって8:1の速度変換を行なう。その結果、速度変換後のシリアル信号のデューティ比は50%付近に保たれる。

受信側では、直列並列変換されたパラレル信号を、ワードアライメント回路によって、信号と並送されたバスクロック信号の位相に揃え、並列信号を昇順に並べる。その後、8ビットの信号を復号化回路によって6ビットの信号に復元する。

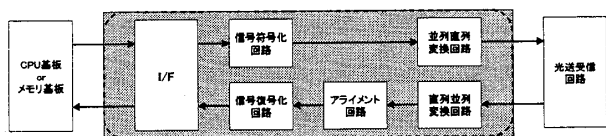


図3. 伝送制御回路ブロック図

3.伝送実験結果

光バックプレーンバスモジュール内を伝送するシリアル信号の一例を図4に示す。中段が送信前のシリアル信号、上段が伝送された後のシリアル信号で、下段が並送するバスクロック信号である。伝送速度320Mbpsで良好なアイ開口が得られた。

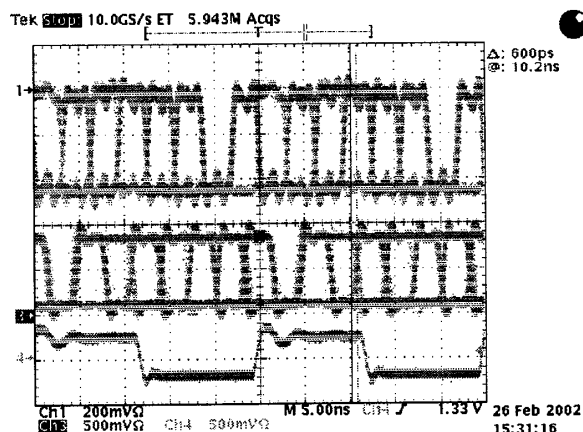


図4. 320Mbps 伝送波形

上段: 受信信号、中段: 送信信号、下段: バスクロック信号

この光バックプレーンバスモジュールに、CPU基板1枚と2枚のメモリ基板を搭載し、CPU基板から2枚のメモリ基板に対して書き込み/読み出し動作が正常にできることを確認した。

4.システム構成比較

本試作モジュールの効用を示すために、本試作と同性能を持つ光バックプレーンモジュールを光伝送において一般的な導光路である光ファイバで構成することを想定し、それぞれの導光路、発光素子、受光素子の個数の見積もり比較を行なった。

表1は、データ6ビットとバスクロック1ビットの計7本の光信号を伝送するバスで、1対10のバス接続を実現する場合に必要な部品点数である。光ファイバに比べ、光シートバス技術を用いると部品点数、導光路ともに少ない量で同性能を実現することが可能で、これはモジュールのサイズ、コスト、消費電力の低減に寄与する。

表1.システムの部品数

	導光路	発光素子	受光素子
光シートバス	7本	67個	76個
光ファイバ	130本	130個	130個

5.おわりに

光バックプレーンバスモジュールにCPU/メモリ基板を接続したシステムが稼動した。また、このシステムが最大11ノードで動作する見通しを得た。

試作した光バックプレーンバスモジュールは、光ファイバを用いて構成するよりも、導光路の数、光部品の数とこれらの実装面積を減らすことができる。将来のノード数の拡大に対しさらに大きな効果が得られる

謝辞

システム稼動に多大な御協力をいただきました、本多通信工業株式会社、アイカ工業株式会社みなさまに厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 浅川ほか: NTT R&D,(2002) Vol51, No.3,pp.211-220
- 2) M.Funada et al.:SPIE proc.,Vol.3632(1999), pp.30-35.
- 3) 山田ほか: エレクトロニクス実装学会誌,Vol.3(2000) No.6, pp.476-480.
- 4) 岡田ほか: 第25回光学シンポジウム予稿集(2000)pp.23-24.
- 5) 馬場ほか: EDN Japan 2001.8, pp.59-66.
- 6) 新津ほか: 第26回光学シンポジウム予稿集(2001)pp.73-76.