

## フリースペース光インターコネクションシステム 集積化のための光マザーボード

浜中賢二郎・新井 大介  
佐藤 昭光・岸 本 隆・水島 英二

光インターコネクション技術が様々な階層、様々な形態で論じられているのは周知のとおりである。本研究は、この中で、面発光レーザーや空間光変調素子といった2次元の光半導体アレイデバイスを用いて、空間並列性の高い光インターコネクションシステムを実現しようとするときに必要となる、フリースペース光学系集積化技術に関するものである。筆者らは、セルフフォーカスレンズと平板マイクロレンズを用いて、このようなフリースペース光学系集積化のための光マザーボードを提案、研究してきた<sup>1)</sup>。本稿にて、光マザーボード小型サンプル試作テストの概要を簡単に紹介する。

### 1. 集積化光バスシステム OBIS の概要

筆者らが提案している光マザーボードの概念図を図1に示す。マザーボード上に光電子デバイスを実装することによって、光バス等の構成が考えられることから、この光マザーボードを集積化光バスシステム (optical bus interconnection system, OBIS) と呼ぶことにする。ガラスのイオン交換によって作製される屈折率分布型ロッドである、セルフフォーカスロッド<sup>2)</sup>を溝付基板に配列固定したあと、ダイヤモンドブレードによる研削加工によってセルフフォーカスを多数のマイクロレンズに分割し、ここにプリズムと平板マイクロレンズ (planar microlenses, PML)<sup>3)</sup>基板を組み合わせることによって光マザーボード OBIS を構成する。PML 基板面とセルフフォーカスマイクロレンズ (Selfoc microlens, SML) の間の垂直溝中に多数の共役結像面を備え、共役面間の2次元画像伝送をその間に位置する SML (と PML) が受けもつことになる。

したがって、例えば PML 基板面のひとつの共役面に面発光レーザーを配置すれば、その2次元光信号が隣りの共役面に伝送される。LD (laser diode) アレイ, PD

(photo-diode) アレイ等の光半導体デバイスは、PML 基板上に表面実装固定され、また、透過型空間光変調素子はセルフフォーカスの光路中に挿入実装できる。PML 基板上に DOE (diffractive optical element) を形成することによって、画素接続の自由度を向上させることも考えられる。このような光マザーボードを用いて2次元光半導体アレイデバイスを集積化実装することにより、様々な光インターコネクションシステムを構成することが考えられる。

### 2. 試作テスト

図2に、試作した光マザーボードの構成と仕様を示す<sup>4)</sup>。φ4 mm、長さ90 mmのセルフフォーカスロッドと PML を用いて、PML 基板上に4×5面の共役結像面を

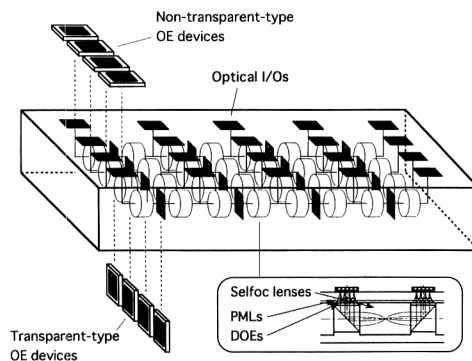


図1 集積化光バスシステム OBIS, 概念図。

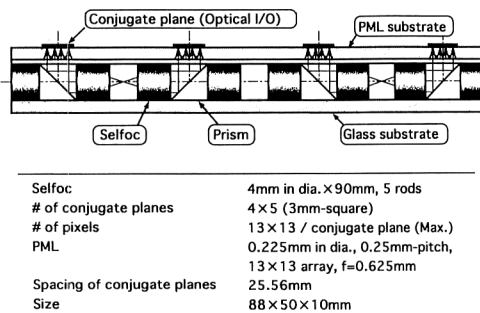


図2 OBIS 試作サンプルの構成と仕様。

An optical motherboard for integrating free-space interconnection systems (1995年10月31日受理)

Kenjiro HAMANAKA, Daisuke ARAI, Akimitsu SATOH, Takashi KISHIMOTO, Eiji MIZUSHIMA RWCP 光基板研究所 (〒6日本板硝子(株) 技術研究所筑波研究センター, 〒300-26 つくば市東光台 5-4)

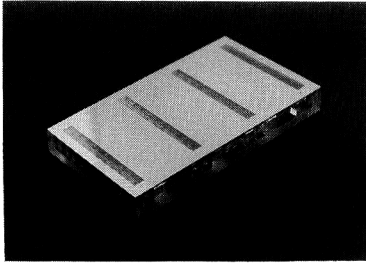


図3 OBIS 試作サンプル。

備えた、表面実装型のOBISサンプルを試作した(図3)。各共役面は、PMLの配列で決まるピッチ $250\mu\text{m}$ の $13\times 13$ の有効画素をもち、この $13\times 13$ の光信号は、2つのPMLアレイと2つのSMLで構成されるハイブリッド結像系<sup>5)</sup>で隣りの共役面に伝送される。

各SMLは、セルフロックロッドをダイヤモンドブレードで研削加工することによって作製される。これは、各SMLの同軸性を確保するためと、SML間のプリズム挿入溝の高精度作製のためである。この加工は、粗いブレード(ダイヤモンド粒径 $\phi 53\sim 78\mu\text{m}$ )による1次加工と、残り $0.1\text{mm}$ を細かいブレード( $\phi 9\sim 18\mu\text{m}$ )で仕上げる2次加工の組合せによって行われ、その結果、位置精度 $\pm 3\mu\text{m}$ 、表面粗さ $R_{\text{max}}=1.8\mu\text{m}$ の値を得ている。研削面の光散乱は、プリズム固定を、屈折率を合わせたUVレジンで行うことによって、無視できるレベルとなった。

PMLは、セルフロック同様、ガラスのイオン交換によって屈折率分布型マイクロレンズアレイとして作製され( $\phi 225\mu\text{m}$ ,  $f=625\mu\text{m}$ )、焦点距離と基板厚みの研磨調整によって共役面がPML基板表面に位置するようにし、レンズ有効領域外をCr遮光コーティングした。

図4は、共役面のひとつに擬似発光デバイスアレイとして $13\times 13$ のピンホールアレイを配置し、これを背面からHeNeレーザーで照明したときに、隣接共役面で得た、ピンホール像である。写真からわかるように、約150の良好な集光スポット画像(スポット径 $\sim 4.8\mu\text{m}$ )が得られた。また、各PSF(point spread function)の照度バラツキは10%以内となった。一方、スポットアレイ内の相対位置ズレは $\pm 3\mu\text{m}$ 以下と小さな値とな

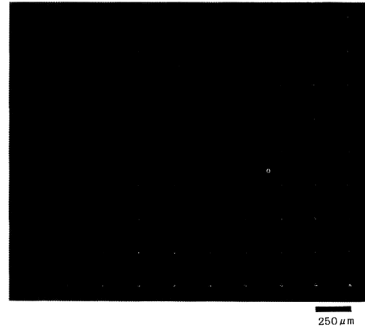


図4 共役面での集光スポット写真。

り、デバイス実装時のアライメントを前提とした場合の実用精度が示されたが、設計値からの絶対位置ズレが平均 $23\mu\text{m}$ となり、プリズム加工精度の改善の必要性が示された。

$\phi 4\text{mm}$ セルフロックロッドとPMLを組み合わせて、フリースペース光学系集積化のための光マザーボードOBISを試作した。その結果、共役面内で約150の良好な集光スポットアレイが観測され、OBISの基本特性が確認された。今後、様々な光インターコネクションシステムの集積化実装ボードとして、性能向上と機能拡張を進めていく。

## 文 献

- 1) K. Hamanaka: "Integration of free-space interconnects using Selfoc lenses: Image transmission properties," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **31** (1992) 1656.
- 2) I. Kitano, M. Toyama and H. Nishi: "Spherical aberration of gradient-index rod lenses," *Appl. Opt.*, **22** (1983) 396.
- 3) K. Iga, M. Oikawa, S. Misawa, J. Banno and Y. Koku-bun: "Stacked planar optics: an application of the planar microlenses," *Appl. Opt.*, **21** (1982) 3456.
- 4) K. Hamanaka, D. Arai, A. Satoh, T. Kishimoto and E. Mizushima: "Fabrication test of an optical motherboard for integrating free-space interconnection systems," *Tech. Digest of The Fifth Microoptics Conference, MOC '95* (1995) p. 80.
- 5) A. W. Lohmann: "Image formation of dilute arrays for optical information processing," *Opt. Commun.*, **86** (1991) 365.