

次世代高密度光導波路配線のための垂直入出力結合素子

裏 升吾

次世代高密度光導波路配線のための垂直入出力結合素子

オプトニュース Vol.7, No.6 (2012)
一般財団法人光産業技術振興協会

34

現在の光配線板の主な開発ターゲットは、ボード間もしくはカード間を接続する光信号をボードやカードに搭載するチップ近傍まで光信号の形態で接続する方式である。これには電気配線板に光導波路を埋め込む光電気混載方式や光導波路配線を分離して接続する方式などが検討されている。ボード間やカード間の光インターコネクションには、単一モード型に比較して径が大きく（～数十 μm ）光結合が簡便な多モード型光ファイバが用いられる。したがって、光配線板にも、光結合の整合性から数十 μm の多モード導波路の使用が前提となり、導波路材料としてはポリマーが用いられる。一方、その次の世代では、ボード内やカード内、パッケージ内のチップ間光インターコネクションが予想されるが、前述のように伝送距離が短くなるにつれ光信号伝送の優位性が失われるため、光配線の導入形態が重要となる。このような領域では、光配線が利用される条件に高密度（大容量）が挙げられる。すなわち、小径の光導波路が望まれ、必然的に単一モードもしくは少数モードが利用される。ただ、それだけでは不十分であり、より細径化が可能な半導体導波路（Si 細線など）の利用や、波長多重技術の適用が検討されている。光配線板に表面実装したチップ間を光で信号接続する構成では、電気-光変換が一つの技術課題となる。チップ内光配線など半導体光導波路の使用を前提とした超短距離光信号接続では、電源から電圧を供給するように外部光源から光を供給して、微小変調器により光信号を生成する方式も検討されているが、誘電体導波路を利用する光配線板では、消費電力が小さく2次元配列が容易な面発光レーザー（VCSEL）の直接変調が有利である。すなわち、配線板とチップを信号接続するインターポーザ（プリント基板の一種）にVCSELアレイおよびPDアレイを集積（アクティブインターポーザ）して、配線板にアクティブインターポーザとチップを表面実装することになる。この場合、VCSELから配線板に垂直入射された信号光を直角偏向して導波路に結合し、また、導波路を伝搬してきた信号導波光を直角偏向して空間（PD）へ出力する結合素子の開発が肝要となる。本稿では、数 μm 幅の導波路と垂直に入出力する空間光を結合する方式・素子について紹介する。

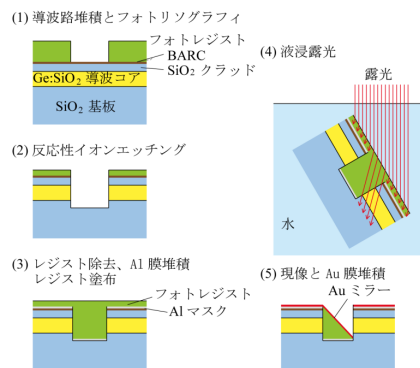


図1 埋め込み微小直角偏向ミラーの液浸露光作製

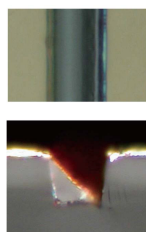


図2 作製したミラーの光学顕微鏡写真

表1 高密度光配線板のための入出力結合素子比較

	45° ミラー	GC	CRIGIC
垂直結合	合	難	合
微小開口	未確立	材料依存	合
高効率	可	可	可
薄膜作製	難	合	合
モード選択	不適	可	可

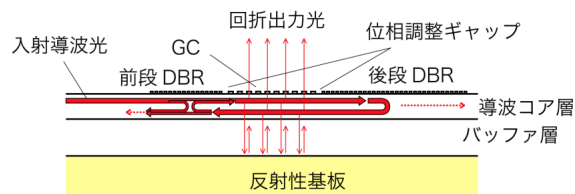


図3 共振器集積グレーティングカップラの基本構成

光ファイバを伝送路に用いたボード間やチップ間の光インターコネクションが普及しつつある。スーパーコンピュータなどのハイエンド応用では実用化され、さらにパソコンなどの民生応用でも一部導入が始まっている。さらに、光導波路を用いる光配線板についても技術開発や標準化が進められている。電気信号が光信号に置き換えられる理由は、その広帯域性と低伝搬損失にある。一方、光信号伝送の場合は、送信側では光源／ドライバが、受信側では光検出器（PD）／増幅器が必要となる。すなわち、長距離では光信号伝送が優位、短距離では電気信号伝送が優位である。伝送容量が大きく信号周波数が高くなるとその境界が短距離側にシフトする。その結果、光信号伝送技術は長距離から短距離へと着実に応用範囲を広げてきている。

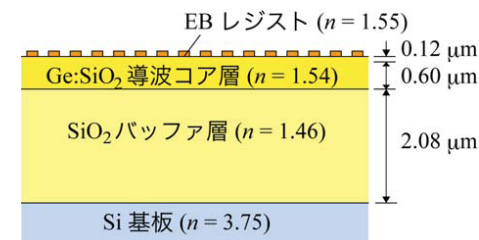


図4 Si 基板CRIGIC の設計

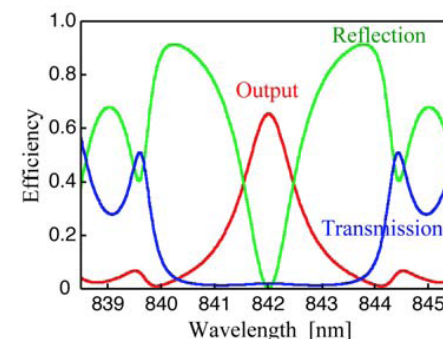


図5 各結合効率の波長依存性の理論予測