

光集積回路と光ファイバーの直接光結合技術

信号光を拡大縮小する微小な光変換器を高性能化



徳島 正敏

とくしま まさとし
m-tokushima@aist.go.jp

ナノエレクトロニクス研究部門
客員研究員
(つくばセンター)

光データ伝送に使われる光信号処理装置の高度化を目的に、シリコン技術による光集積回路チップの実現を目指しています。それにはいろいろな新技術の集約が必要ですが、今回開発した光結合技術もその一つです。光損失の小さい光結合用光変換器とその形成技術を産業的に利用しやすい形にまで仕上げることが心掛けて開発を行っています。

関連情報：

- 共同研究者

亀井 明夫 (産総研 客員研究員)、堀川 剛 (産総研)

● 用語説明

* 光集積回路 (光 IC) : シリコンや化合物半導体などの単結晶の基板上に光導波路、光フィルター、光スイッチ、光変調器、光アイソレータ、半導体レーザーなどの光学素子を集積化した回路。

** 光インターコネクト : 装置間、ボード間、チップ間などの比較的短距離で光信号を伝送させる通信技術。

● プレス発表

2012年2月3日「光集積回路と光ファイバーの直接光結合技術」

● この研究開発は、一部、日本電気株式会社 (NEC) の協力を得て実施しました。

多チャンネル光結合の必要性

パソコンや近年普及が進むスマートフォンへのデータ伝送は、途中を光ファイバー通信網が担っています。今後もデータ量の増加が予想されるなか、光ファイバー網の分岐点となる装置 (ノード装置) の一層の小型・省電力化が求められ、その光集積回路 (光 IC) * 化が期待されています。光通信用光 IC の開発には、中身の回路はもちろん、多数の光ファイバーを小さな光 IC に光結合する技術も重要です。しかし、これまでの技術では、光ファイバーとの高効率かつ容易な多チャンネル光結合ができませんでした。

光 IC と光ファイバーとの直接光結合技術

光 IC の微細な光回路を通る光ビームの直径は通常 $1\ \mu\text{m}$ 程度以下です。それに対して、通信用の標準的な光ファイバーを通る光ビームの直径は $10\ \mu\text{m}$ であり、ビーム径の違いは $10\sim 100$ 倍にも達します。そのため、レンズを挟まず、両者をつき合わせる (直接結合する) だけで低損失に光結合するには、この倍率でビーム径を拡大/縮小できる光変換器を光 IC 側に搭載する必要があります。さらに、光導波路側の結合端面の屈折率を光ファイバーと同程度に変換することで、屈折率の差による結合界面での光ビームの反射を抑制することも重要です。今回、これら二つの条件を満たす微小な光変換器を考案し、標準的な光ファイバーと光 IC との直接光結合を実現しました。

図1のイラストは開発した光変換器の内部構造を示すとともに、光ファイバーと光結合する

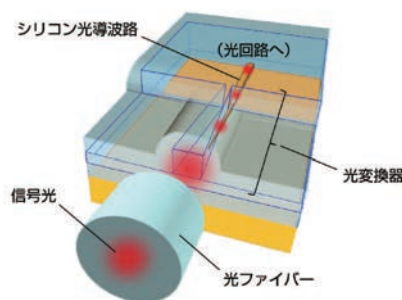


図1 シリコン光導波路と光ファイバーとの間で光信号を拡大/縮小する光変換器

ときの様子を示しています。この光変換器はシリコンのテーパーとガラスのテーパーの2段テーパー構造をもち、その両方が光ビームを拡大/縮小するため、1段テーパー構造では難しかった高倍率での光ビームの拡大/縮小が可能になりました。また、光 IC の光導波路が屈折率の大きいシリコン (屈折率3.5) であっても、結合端面は光ファイバーと同じ屈折率 (1.5) のガラスに切り換わるため、光ファイバーとの結合界面での反射を十分に小さくできました。これらの効果により、レンズを用いなくても、標準的な光ファイバーとつぎ合わせるだけで、一端あたり $1\ \text{dB}$ 以下の光損失で結合ができます。

図2は、光変換器アレイを搭載した光 IC の例です。光変換器アレイは光変換器を等間隔に並べたものであり、これによって光 IC の光入出力を多チャンネル化できます。今回開発した光結合技術により、既存の光ファイバーアレイを直接結合するだけで高効率の光結合を実現できるため、光 IC の多チャンネル化が促進されると考えられます。

今後の予定

今回開発した技術は、長距離通信用の光 IC だけでなく、比較的短距離の光インターコネクト**用の光 IC への適用も可能です。将来は、この技術を多様な光 IC 開発に提供することで、大容量情報社会を支える多チャンネル光 IC の標準的な光結合技術として普及を図っていく予定です。

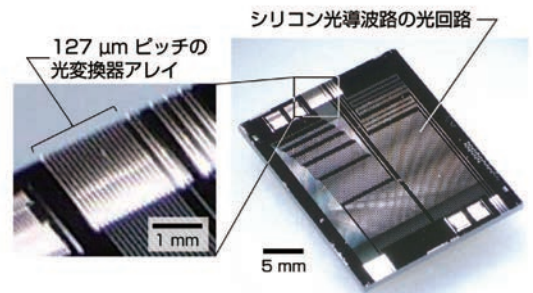


図2 試作した光変換器のアレイ (左) を搭載した光 IC (右)