

ArF 液浸露光技術を用いた高効率 Si 細線グレーティングカップラ

High coupling efficiency Si-wire-grating couplers by ArF-immersion lithography

○蘇武 洋平 鄭 錫煥 田中 有 森戸 健

○Yohei Sobu, Seok-hwan Jeong, Yu Tanaka, and Ken Morito

技術研究組合 光電子融合基板技術研究所

Photonics Electronics Technology Research Association (PETRA)

E-mail: y-sobu@petra.jp.org

1. はじめに

シリコンフォトニクスは、従来の電気配線における伝送容量の限界を打破する光インターコネクタ技術として非常に有望である。シリコン(Si)フォトニクスで構成される集積光素子の送受信部での外部信号とのやりとりにおいては、シングルモードファイバ(SMF)との大きな結合損失が問題となる。グレーティングカップラは、Si チップ上面の任意の位置で SMF との高効率な結合を可能とし、また、受信部においては、SMF から入射する光波が任意の偏波状態を有しても動作する偏波分離 GC を適用することで、偏波ダイバーシティ光回路を実現できる[1]。今回、我々は 300mm SOI ウェハ上で高精度な加工が期待できる ArF 液浸露光技術を用いて、単一偏波(SP: single polarization)および偏波分離(PS: polarization splitting) GC を作製し、SMF との結合効率と光クロストークの評価を行ったので、その特性結果について報告する。

2. 試作した GC 構造と評価結果

図 1 に設計した各 GC の断面図と上面図を示す。SP / PSGC とともに、厚さ 220 nm、BOX 厚 2 μm の Si 導波路に深さ 70 nm の回折格子が形成されている。反射の影響を避けるため、図 1(a) の通り SMF を 10 度傾けて光を入射する構造を採用した。図 1(a),(b) に示す SPGC では、周期/溝幅を 1 周期ごとに变化させたアポダイズ構造を回折格子に施し、GC から放射される光のモード分布をガウシアン分布に近づけて結合損失低減を図った。図 2 に試作した GC のスペクトル評価結果を示す。アポダイズ構造の適用により、均一な周期の GC よりも SMF との結合損失が低減され、-2.2dB の結合損失を得た。

PSGC では、図 1(c) に示す円形の散乱体と 2 本の直交導波路を用いることにより、SMF の任意の偏波状態を有する光波を 2 つの導波路に同一の偏波(TE モード)として分離できる。また、SPGC と同様、反射の影響を避けるために SMF の角度を図に示す方向に 10 度傾けている。SMF を傾けていることにより、2 つの導波路へ結合する導波光は直交方向からずれるため、その分導波路に角度を付ける必要がある[2]。本報告では、SMF から 2 つの導波路への結合光の波面の角度をシミュレーションで見積もり、図 1(c) のように導波路 1,2 に対して直交方向から 3.15° 内側に傾けて PSGC を作製した。この PSGC の結合特性を図 3(a) に示す。結合損失の小さい 2 つの実線は、Port1/Port2 に対する結合特性を示しており、各ポートに結合する成分を赤/青で

示している。損失の大きい 2 つの実線は光クロストーク(異なる Port への漏れ光成分)を表している。円形の散乱体を用いた場合、波長 1.55 μm において PSGC と SMF の結合損失 -4.5dB が得られた。散乱体形状が円の場合は本質的に TE/TM を分離できないため、散乱体の形状を変化させた PSGC が報告されている[3]。本報告においても、図 3(b) のように散乱体の形状を曲線的な菱形のように変化させることで、クロストーク成分の結合が抑制され、光クロストークが -14dB 程度まで小さくなることが実験的に確認された。

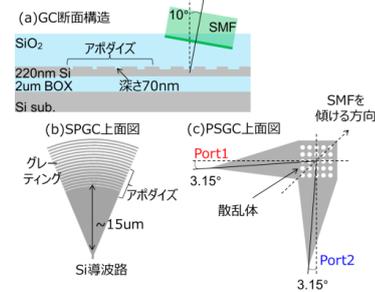


図 1 各 GC の断面図・上面図

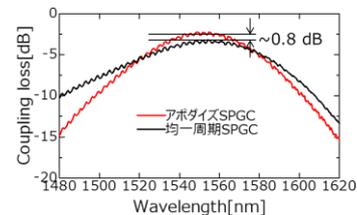


図 2 アポダイズを適用した PSGC の結合特性

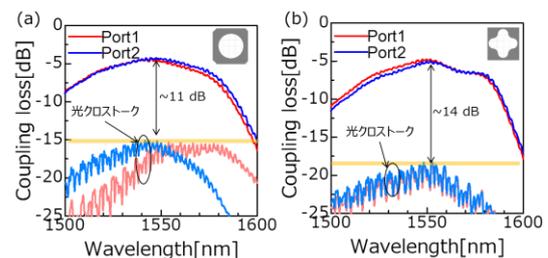


図 3 散乱体を用いた PSGC の結合特性

【謝辞】 本研究の一部は NEDO の「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」により委託を受けたものである。

[1]S. Pathak, et al., *Opt. express*, vol.20(26), B493-B500 (2012)

[2]F. V. Laere, et al., *J. Lightwave technol.*, vol. 27(5), 612-618

(2009) [3]A. Mekis, et al., *IEEE J. Selected topics in quantum*

electron. Lett. Vol. 17(3), 597-608(2011)