

Si ストリップ導波路を用いた非対称方向性結合器による波長依存性低減の検討

Investigation of Reduction in Wavelength Dependence by Asymmetric Directional Coupler using Si Strip Waveguide

東大院・工¹

○宮武 悠人¹, トーブラサートポン カシディット¹, 高木 信一¹, 竹中 充¹

The University of Tokyo, School of Engineering¹

○Yuto Miyatake¹, Kasidit Toprasertpong¹, Shinichi Takagi¹, Mitsuru Takenaka¹

E-mail: miyatake@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

[はじめに]

シリコンフォトニクスは光インターコネクトや光情報処理のプラットフォームとして盛んに研究が行われている。方向性結合器 (Directional Coupler: DC) はシリコン光回路の最も基本的な受動素子の一つであり、深層学習用光回路や量子計算用光回路などの基本回路である光ユニタリ回路を構成することができる。しかし、方向性結合器は波長依存性が大きく、動作波長範囲が狭くなることが課題である。

波長依存性の小さい方向性結合器については、マッハ・ツェンダー干渉計に基づく方向性結合器[1]や曲線部を持つ方向結合器[2]、位相制御部を持つ方向性結合器[3]などいくつかの構造が提案されているが、いずれも素子長が大きく、設計変数が多いという問題を持つ。このほか、対称構造に基づく方向性結合器[4]も実証されているが導波路がリブ構造である必要がありフットプリントの問題を持つ。

本研究では、Si ストリップ導波路を用いて、導波路幅が異なる非対称方向性結合器を設計した。非対称構造とすることで、波長依存性を低減できることが数値計算により分かったので報告する。

[設計]

Figure 1 に非対称方向性結合器の構造を示す。素子は標準的な 220 nm SOI 基板上に作製することを想定した。非対称方向性結合器は、結合部を構成する二本のストリップ導波路の幅が異なる。方向性結合器が半径 20 μm の曲げ導波路に接続された構造に対して、波長 1.55 μm 近傍の基本 TE モードに対する透過率スペクトルを 3 次元 FDTD 法により計算した。一方の導波路幅を 440 nm に固定したうえで、他方の導波路幅 w_2 、ギャップ g 、結合器長 L のパラメータ掃引を行った。 $w_2=426\text{ nm}$ 、 $g=190\text{ nm}$ 、 $L=13\text{ }\mu\text{m}$ のとき最適な結果が得られた。

[特性]

波長 1.55 μm 近傍における最適構造の透過率スペクトルを Fig. 2 に示す。比較のために一般的な対称方向性結合器 ($w_1=w_2=440\text{ nm}$ 、 $g=200\text{ nm}$ 、 $L=7.3\text{ }\mu\text{m}$) の透過率スペクトルも併せて示した。非対称構造とすることで、透過率スペクトルの波長依存性が低減されていることがわかる。これは、非対称構造により方向性結合器の位相整合条件が満たされず、最大結合パワーが 50 % 近くなることに起因する。対称方向性結合器が結合長の半分の長さで動作するのに対し、非対称方向結合

器は結合長で動作するため、波長変化に対して透過率の変化が小さく考えられる。

[謝辞]

本研究の一部は JSPS 科研費 JP20H02198, JP21J20272 および JST、CREST、JPMJCR2004 の支援を受けて実施した。

[参考文献]

- [1] J. V. Campenhout *et al.*, Opt. Express 17, 24020-24029 (2009)
- [2] G.F.R. Chen *et al.*, Sci Rep 7, 7246 (2017)
- [3] Z. Lu *et al.*, Opt. Express 23, 3795-3808 (2015)
- [4] R. K. Gupta *et al.*, J. Light. Technol, 35, 4916-4923, (2017)

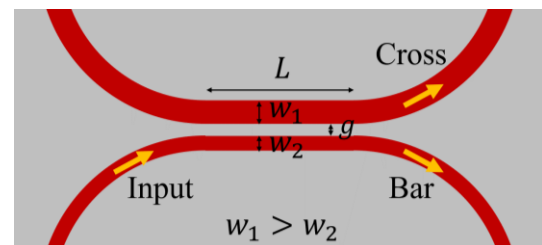


Fig. 1 Schematic of the proposed asymmetric DC.

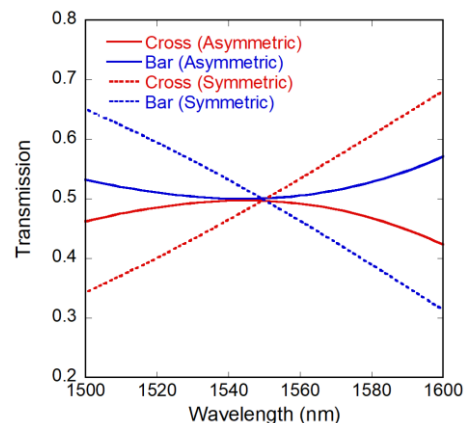


Fig. 2 Simulated transmission spectra of the proposed asymmetric DC and the conventional symmetric DC.