

Si/SiO₂ 曲線方向性結合器を用いた結合特性の波長依存性低減

Reduction of Wavelength Dependence of Coupling Characteristics

using Si/SiO₂ Optical Waveguide Bending Directional Coupler

金沢大院 自然研 ○森野 久康, 丸山 武男, 飯山 宏一

Natural Science and Technology, Kanazawa Univ. ○H. Morino, T. Maruyama, and K. Iiyama

E-mail: me121068@ec.t.kanazawa-u.ac.jp

1. はじめに

方向性結合器は光集積回路を構成するデバイスとして広く用いられている。しかし、波長依存性が大きいので、WDM 伝送では問題となってくる。波長無依存化のために、MMI[1]や断熱カプラ[2]が提案されているが、これらには高い作製精度や大きなデバイスサイズが要求される。この問題に対し、曲線方向性結合器が提案され、波長無依存かつ小面積、作製精度の緩和がシリカ光導波路において報告されている[3]。今回この曲線方向性結合器を、Si/SiO₂ 光導波路において解析を行ったので報告する。

2. 解析内容及び結果

典型的な直線方向性結合器と、今回提案するシリコン導波路で構成される曲線方向性結合器の構造を Fig. 1 に示す。そして、曲線方向性結合器の曲率半径 R_c 及び結合長 L_c は次式で与えられる[3]。

$$L_c = \sqrt{C} L_s, \quad R_c = \frac{2sn}{\lambda} L_s \sqrt{\frac{C}{1-C}} \quad (1)$$

ここで、 s は 2 本の導波路の中心間距離、 n は実効屈折率、 λ は波長、 L_s は直線方向性結合器の完全結合長、 C は設計する分割比を示している。また、FDTD 法を用いて解析した。

直線方向性結合器と曲線方向性結合器における透過率の波長依存性を Fig. 2 に示す。ここで、導波路断面の幅と高さはいずれも 0.3 μm 、gap は 0.3 μm に固定した。また、ここでは 50/50 カプラのため、 $C=0.5$ とする。このとき波長 1.5 μm において、 L_s は 13.1 μm となるため、上式(1)より L_c は 9.3 μm 、 R_c は 22.8 μm が得られる。この構造において直線方向性結合器では、波長 1.4-1.6 μm の範囲で 5dB 以上の透過率の変化があるのに対し、曲線方向性結合器では 2 dB 程度に抑制されている。

また作製時における導波路間隔の設計値からのズレによる直線方向性結合器と曲線方向性結合器の透過率の変化を Fig. 3 に示す。設計値(gap=0.3 μm)からのズレを Δgap で示す。従来の方向性結合器では $\Delta\text{gap}=\pm 60$ nm のズレによって 7dB 以上の変化が生じる。これに対し、曲線方向性結合器では 3dB 程度に低減されている。

3. まとめ

本研究では、シリコン導波路における曲線方向性結合器について、透過率の波長依存性及び作製誤差による透過率の変化を解析した。従来の方向性結合器に曲率を持たせるシンプルな構造によって、波長無依存化かつ高い作製トレランスが得られた。

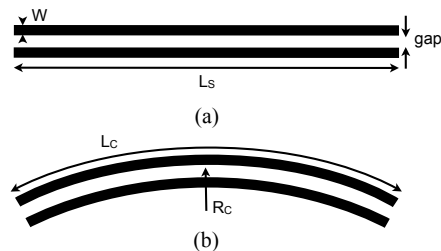


Fig. 1 Schematic structure of (a) conventional straight directional coupler and (b) bending directional coupler

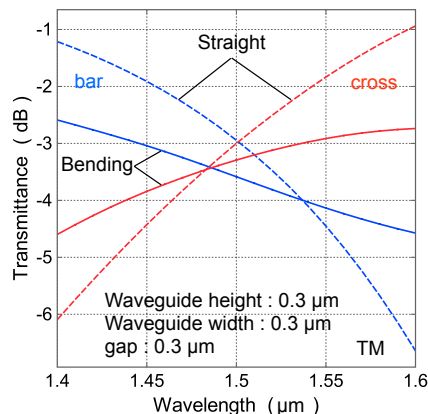


Fig. 2 Simulated transmittance of conventional straight directional coupler (dashed line) and bending directional coupler (solid line)

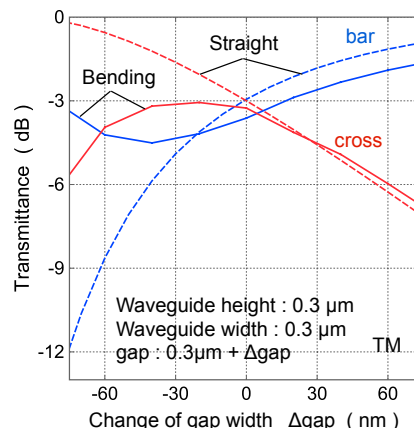


Fig. 3 Fabrication tolerance of gap width

参考文献

- [1] L. Soldano et. al., *J. Lightw. Technol* **10** (1992) 1843.
- [2] R. Adar et. al., *J. Lightw. Technol* **10** (1992) 46.
- [3] C. Doerr et. al., *IEEE PTL* **17** (2005) 1211.