アレイ光導波路型光スイッチにおけるクロストークの計算方法

Crosstalk Estimation of Arrayed-Waveguide Optical Switch

鹿児島大 °渡邉 俊夫，嶋田 周平，永山 務，福島 誠治

Kagoshima Univ., °Toshio Watanabe, Shuhei Shimada, Tsutomu Nagayama, Seiji Fukushima

E-mail: wata104@eee.kagoshima-u.ac.jp

1. はじめに

1 入力多出力のアレイ光導波路型光スイッチにおいて、各アレイ光導波路への光パワー分配比を適切に設定することにより、光スイッチのクロストークを低減できることを示してきた [1-2]。これまで、出力スラブ光導波路の出力端における光分布を計算することでクロストークを評価してきたが、本発表では、簡易な方法により、各出力光導波路に結合される光パワーを計算できる [3]ことを報告する。

2. 計算方法

アレイ光導波路型光スイッチでは、図 1 に示すように、入力光導波路より入力された光が入力スラブ光導波路で各アレイ光導波路に分配される。このとき、入力光導波路と i 番目のアレイ光導波路との光電界振幅結合率を $\alpha_{in,i}$ とする。

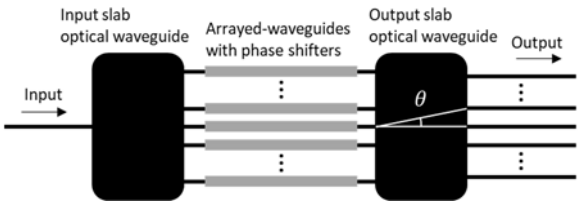

Fig. 1. Configuration of optical switch.

各アレイ光導波路を伝搬した光は、出力スラブ光導波路で合波され、多重干渉により互いに強め合う位置の出力光導波路に結像される。このとき、角度 θ の位置にある出力光導波路に結合する光の振幅は、光の相反性を考慮すると、i 番目のアレイ光導波路と $\theta = 0$ の位置の出力光導波路との光電界振幅結合率を $\alpha_{out,i}$ として

$$p(\theta) = u(\theta) \sum_{i=-m}^{m} \alpha_{in,i} \alpha_{out,i} e^{j\delta_i}$$

により計算できる。ここで、$M = 2m + 1$ はアレイ光導波路の本数（奇数とする）であり、

$$\delta_i = \frac{2\pi n i d \sin\theta}{\lambda}$$

は i 番目のアレイ光導波路の位相差である。ただし、n は屈折率、d はアレイ光導波路の間隔、λ は波長である。また、$u(\theta)$ は出力スラブ光導波路における回折効率であり、

$$\beta = \frac{\pi n b \sin\theta}{\lambda}$$

として

$$u(\theta) = \frac{\sin\beta}{\beta}$$

で表される。ただし、b はアレイ光導波路の幅である。

各アレイ光導波路に備えた位相シフタで線形な位相差を与えることにより、出力スラブ光導波路内の波面を偏向させ、出力光導波路を選択することができる。与えた位相差が 0 の場合には、光は $\theta = 0$ の位置の出力光導波路に結合し、その光パワーは

$$|p(0)|^2 = \left(\sum_{i=-m}^{m} \alpha_{in,i} \alpha_{out,i} \right)^2$$

となる。ここで、$\alpha_{in,i}$ と $\alpha_{out,i}$ がともに

$$\sum_{i=-m}^{m} {\alpha_{in,i}}^2 = \sum_{i=-m}^{m} {\alpha_{out,i}}^2 = 1$$

と規格化されているとすると、$|p(0)|^2$ が最大になるのは $\alpha_{in,i} = \alpha_{out,i} = \alpha_i$ のときである。

3. まとめ

アレイ光導波路型光スイッチにおいて、簡易な計算方法により、各出力光導波路へのクロストークを評価できることを示した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K04286 の助成を受けたものである。

参考文献

1) S. Shimada, T. Watanabe, T. Nagayama, and S. Fukushima, IEICE Tech. Rep., OPE2017-106, 2017, p. 89.
2) S. Shimada, T. Watanabe, T. Nagayama, and S. Fukushima, Proc. MOC, 2018, P-49.
3) S. Shimada, T. Watanabe, T. Nagayama, and S. Fukushima, Jpn. J. Appl. Phys., to be published (2019).

© 2019年 応用物理学会