

金属反射膜付有機薄膜光集積回路用入出力グレーティングカップラの解析

Analysis of I/O grating Coupler with Metal Reflector for Organic Membrane Photonic Integrated Circuit

増田 佳祐^{1*}, 雨宮 智宏^{1,2}, 各務 響¹, 田中 真琴¹, 西山 伸彦^{1,2}, 荒井 滋久^{1,2}

°K. Masuda¹, T. Amemiya^{1,2}, H. Kagami¹, M. Tanaka¹, N. Nishiyama^{1,2}, and S. Arai^{1,2}

東京工業大学 工学院 電気電子系¹, 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所²

¹Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology

²Institute of Innovative Research (IIR), Tokyo Institute of Technology

E-mail: *masuda.k.ap@m.titech.ac.jp

1. はじめに

われわれは、有機薄膜内に各種光素子を一括集積する有機薄膜光集積回路(Organic Membrane Photonic Integrated Circuits; OMPICs)を提案している[1]。有機薄膜を用いることで、光集積回路[2, 3]をフレキシブル化し、ウェアラブルで高速な光信号処理が実現できる可能性がある。

OMPICs では回路の薄さの観点から、グレーティングカップラを用いた垂直入射によるアプローチが有効である。本発表では、従来のメタルグレーティングを用いた手法(最大光結合効率-5.8 dB) [4]に金属反射鏡を導入し、光結合効率を-1.8 dB まで向上可能な構造を提案する。

2. 新構造グレーティングカップラの結合効率解析

従来構造では SU-8/Cytop 導波路内部に金属ストライプを埋め込むグレーティング構造を提案したが、グレーティング下方向及び出力逆方向へのロスが大きいため、今回、新たな構造を追加した。

Fig. 1 に、新構造グレーティングカップラの断面図を示す。結合効率の計算には時間領域差分法(Finite-difference time-domain method; FDTD method)を用い、入射光の波長と角度は 1550 nm、91 度、グレーティングの duty 比は 50%で固定した。

今回の構造ではグレーティング下方向への放射を抑えるため膜厚 5 nm の金属反射膜[5]を追加し、グレーティングからの深さ d をパラメータとしてシミュレーションを行った。解析結果を Fig. 2(a)に示す。これにより、最大結合効率を得られるポイントとして、反射膜の深さを $d = 2.7 \mu\text{m}$ に設定した。次に、出力逆方向については SU-8/Cytop グレーティング周期 Λ を調節して入射光の反射率を高め、反射長 x で位相を揃えることで結合効率を高めた。結果を Fig. 2(b)に示す。反射長 x に依存して、結合効率の位相変化に伴う周期性を確認でき、 $\Lambda = 1.1 \mu\text{m}$, $x = 1 \mu\text{m}$ の時に結合効率が -1.8 dB で最大となった。

次に、この構造パラメータを用いて、結合効率の波長依存性を計算した結果を Fig. 3 に示す。C-band において、結合効率 4.2 dB の変動があることが分かった。

謝辞

本研究は、JST-CREST (JPMJCR15N6), JSPS 科研費 (#15H05763, #16H06082, #17H03247)の援助により行われた。

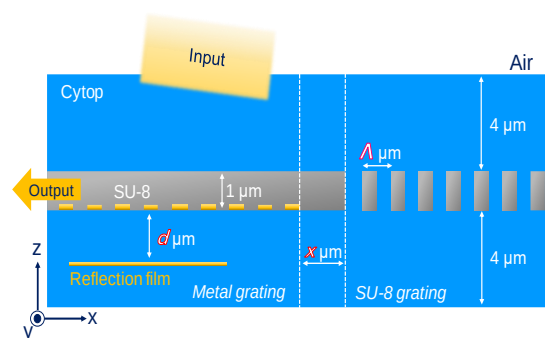


Fig. 1. Outline of grating coupler with metal reflector.

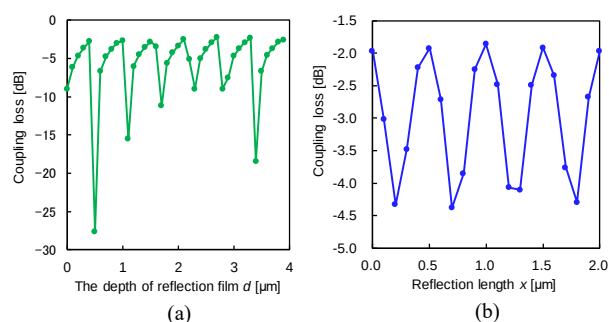


Fig. 2. Structural dependence of coupling loss as a function of (a) depth of metal reflection film and (b) reflector length for phase matching.

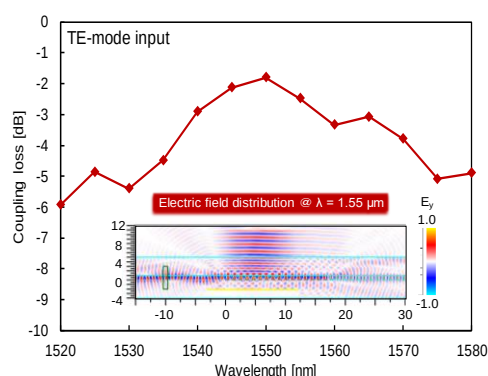


Fig. 3. Wavelength dependence of coupling loss and electric field distribution at maximum optical coupling.

参考文献

- [1] T. Amemiya *et al.*, *Optics Express* **25**, 18537 (2017).
- [2] L. A. Coldren, *IEEE J. Lightwave Technol.* **29**, 554 (2011).
- [3] J. K. Doyle *et al.*, *Laser Photon. Rev.* **6**, 504 (2012).
- [4] K. Masuda *et al.*, *SSDM 2018*, submitted.
- [5] J. Kang *et al.*, *Appl. Phys., Express* **7**, 032202 (2014).