

中間層を設けた III-V/SOI ハイブリッドデバイスと Si 細線導波路間モード変換器 における結合効率のテーパ構造依存性

Taper-Tip Structure Dependences of Coupling Efficiency of Optical-mode Converter by Inserting Inter-layer between III-V/SOI Hybrid Device and Si Waveguide

○鈴木 純一^{1*}, 永坂 久美¹, 雨宮 智宏^{1,2}, 西山 伸彦^{1,2}, 荒井 滋久^{1,2}

○Junichi Suzuki¹, Kumi Nagasaka¹, Tomohiro Amemiya^{1,2}, Nobuhiko Nishiyama^{1,2}, and Shigehisa 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

Department of Electrical and Electronic Engineering¹,

Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology², Tokyo Institute of Technology

E-mail: *suzuki.j.af@m.titech.ac.jp

1. はじめに

ウェハ直接接合技術を用いた III-V/SOI ハイブリッドデバイスにおいて、異なる 2 つのモードを持つ III-V/SOI ハイブリッド領域と Si 導波路部の高効率結合には、なだらかな屈折率変化が必要であるためにテーパ構造を用いることが一般的であるが[1-3]、その際のテーパ先端の鋭角度が結合効率に大きく影響する。今回、デバイス作製時のテーパ先端幅許容度向上を目的として、Si と III-V 族化合物半導体層の間に中間層を導入することによる結合効率のテーパ構造（先端幅およびテーパ長）依存性について検討を行ったので、ご報告する。

2. 結果

Fig.1 に今回計算を行ったモード変換器の構造概念図を示す。今回は最も結合効率に大きく影響を及ぼす、図中の(a)から(d)までとなる 1 段目テーパのみの計算結果を示す。Si 導波路の高さと幅はそれぞれ 0.2 μm と 2 μm 、III-V 族化合物半導体部の高さと幅はそれぞれ 0.4 μm と 2 μm となっている。また中間層には SiO₂ を用いている。今回、中間層幅 H_{gap} 、III-V 族化合物半導体テーパの先端幅 $W_{\text{III-Vtip}}$ 、テーパ長 L に注目して結合効率の計算を行った。

Fig. 2 に中間層幅 H_{gap} を変化させた際の結合効率の $W_{\text{III-Vtip}}$ 依存性を示す。図より、中間層厚を 0.2 μm 程度まで厚くすることにより、テーパ先端幅の広い範囲（0~0.5 μm ）で高い結合効率が維持されることから、テーパ先端幅の作製許容度も向上することが確認された。

Fig. 3 に中間層幅 H_{gap} を変化させた際の結合効率の L 依存性を示す。 $W_{\text{III-Vtip}}$ を 0.5 μm に固定した時、中間層がない場合は結合効率が -2dB 程度で飽和してしまうが、200 nm の中間層を導入した場合、 L を 50 μm 以上にすることにより、-0.3dB を切る結合効率を得られる。また、中間層が厚くなるにつれて結合効率が飽和するまでに必要となる L は長くなる傾向があることが確認された。

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO), JST ACCEL (JPMJAC1603), JST CREST (JPMJCR15N6), JSPS 科研費 (#15H05763, #16H06082, #15J11774, #17H03247) の援助により行われた。

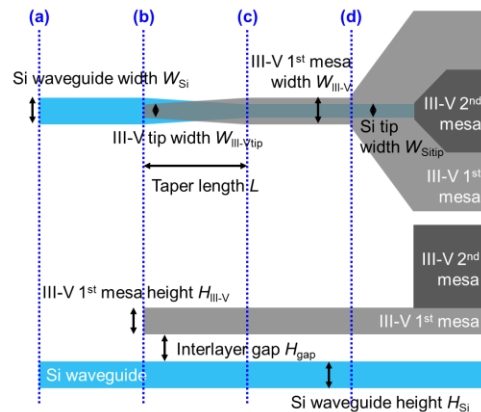


Fig. 1. Schematic of optical-mode converter.

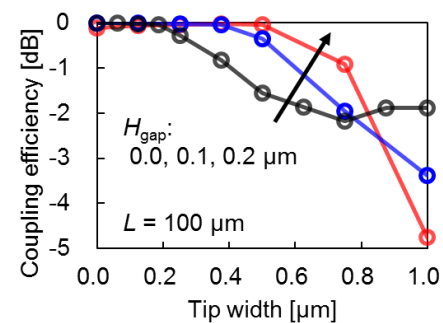


Fig. 2. Tip width dependence of coupling efficiency.

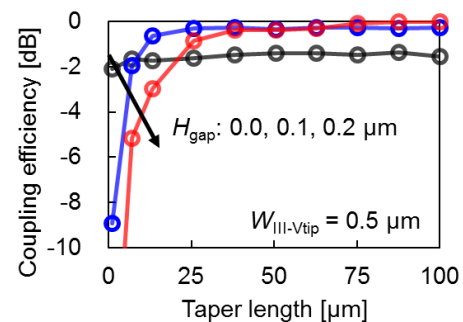


Fig. 3. Taper length dependence of coupling efficiency.

参考文献

- [1] C. Zhang, et al., *Opt. Express*, **22**, 9, p.10202 (2014)
- [2] A. Abbasi, et al., *Opt. Express*, **23**, 20, p.26479 (2015).
- [3] Y. Hayashi, et al., *JJAP*, **55**, p.082701 (2016).