

多層光回路に向けた層間伝送用トライデント型結合器の提案と実証

Proposal and Measurement of interlayer trident type coupler for multi-layer optical circuits

東京工業大学 電気電子工学専攻¹, 量子ナノエレクトロニクス研究センター²

伊東 憲人^{1,*}, 久能 雄輝¹, 林 侑介¹, 鈴木 純一¹, 雨宮 智宏², 西山 伸彦¹, 荒井 滋久^{1,2}

Dept. of Electrical and Electronic Engineering¹, Quantum Nanoelectronics Research Center²,

Tokyo Institute of Technology

○Kazuto Itoh¹, Yuki Kuno¹, Yusuke Hayashi¹, Junichi Suzuki¹, Tomohiro Amemiya², Nobuhiko Nishiyama¹, and Shigehisa Arai^{1,2}

E-mail: *itou.k.af@m.titech.ac.jp, <http://www.pe.titech.ac.jp/AraiLab/>

1.はじめに

LSI 上の光配線において、CMOS 層にダメージを与えない 300°C 以下で成膜が可能な水素化アモルファス Si (a-Si:H) を用いた多層光回路が有効である。われわれは、その層間信号伝送用デバイスとして層間距離無依存な金属ミラーを装荷した高効率グレーティングカップラを実現した [1] [2]。一方、1 μm 程度の隣接層間距離に対しては、より簡素な構造であるトライデント型構造を用いることを提案する。今回はこの構造における層間距離 1 μm の素子設計と特性評価を行ったので、ご報告する。

2.構造特性・設計と作製プロセス

今回、作製した素子の構造を Fig. 1 に示す。導波路は全て SiO₂ (屈折率 1.44) に埋め込まれており、高さ 220 nm、幅 450 nm である。文献 [3] に示されるテーパを導入した adiabatic coupling では、層間距離 $D = 600$ nm 以上では 1 mm を超える素子長が必要となる。これに対してトライデント型では、両側に導波路を設置することにより、片側の導波路のみだった場合では放射していたモードが結合するため、比較的短いテーパ長で実現でき、多層間のクロストークが十分に小さくなる μm 単位の層間でも短い素子長で実現可能である。

Fig. 2(a) に $D = 1 \mu\text{m}$ におけるテーパ長 L_t の結合効率依存性を示す。テーパの延伸により結合効率が 1 に近づくことがわかる。今回は 95% を得られる長さとして $L_t = 200 \mu\text{m}$ とした。また、このときのオーバーラップ長 L_{OL} 依存性を Fig. 2(b) に示す。この図から、本設計では 95% を得られる値として $L_{OL} = 125 \mu\text{m}$ とした。この設計における素子長 L_d は 295 μm となっている。

作製プロセスとして、まず、220 nm 厚の Si 層を持つ SOI 基板に EB リソグラフィにより c-Si 導波路部分を形成した後、中間層となる SiO₂ を堆積した。次に CMP 工程により平坦化した後、SiO₂ 厚が 780 nm となるように追加成膜した。最後に a-Si:H を 220 nm 成膜した後、同様にパターン形成を行い、SiO₂ クラッドを堆積した。

3.結果

ASE 光源を用いて TE 偏光を作製素子に入射し、1548-1552 nm の透過率の平均値を測定した結果を Fig. 3 に示す。作製した結合器の単位個数あたりの挿入損失 (結合効率) は、0.49 dB (90%) となった。SEM 観察から、層間厚 D が 1.12 μm と厚くなっていることが確認され、これを元にした計算値と今回の実験結果はよく一致し、トライデント型層間カップラにより高効率結合が可能であることを実証した。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 (#15H05763, #25709026, #15J11774, #14J02327)、および、新エネルギー・産業技術総

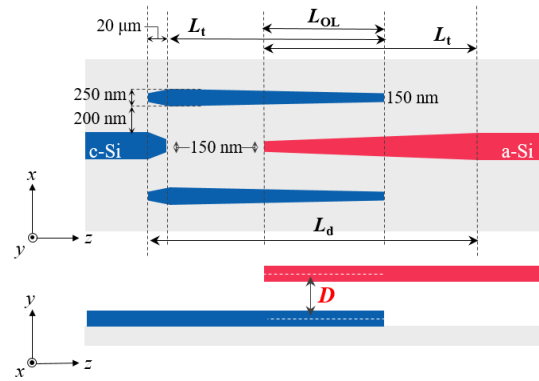


Fig. 1 Schematics of couplers.

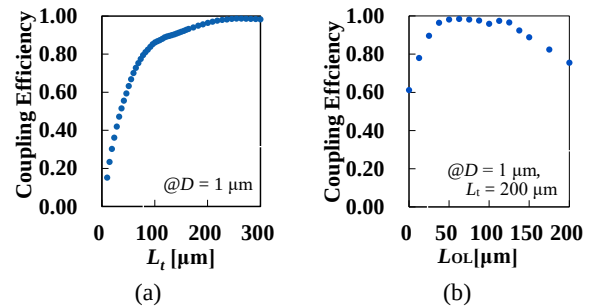


Fig. 2 (a) L_t dependence of coupling efficiency
(b) L_{OL} dependence of coupling efficiency at $L_t = 200 \mu\text{m}$

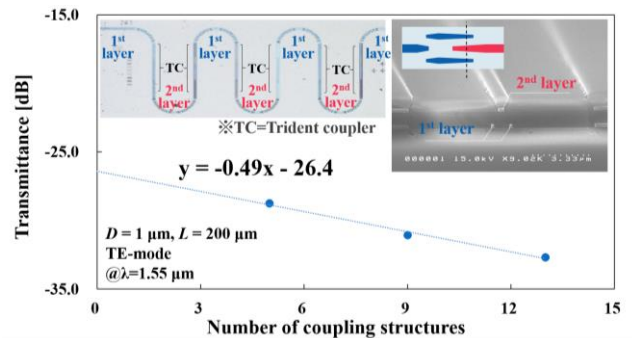


Fig. 3 Transmittance as a function of number of couplers.

合開発機構 (NEDO) の援助により行われた。

参考文献

- [1] 久能他, 応用物理学会秋季学術講演会, 13a-2S-4, 2015 年 9 月.
- [2] J. Kang *et al.*, *Proc. SPIE*, vol. 8630, pp. 863008–863012, 2013.
- [3] R. Sun *et al.*, *Opt. Express*, vol. 16, no. 16, pp. 11682–11690, 2008.