

Si/SiON/SiO₂ ダブルクラッド型スポットサイズコンバータの SiON 屈折率変化における結合効率の向上の検討

Investigation of the Improvement of Coupling Efficiency of Si/SiON/SiO₂ Double Clad Spot Size Converter by Changing SiON Refractive Index

山口 圭太¹, 槇原 豊¹, 王 羽端¹, 大磯 義孝¹, 雨宮 智宏^{1,2}, 西山 伸彦^{1,2,3}

1 東京工業大学工学院, 2 東京工業大学科学技術創成研究院, 3 技術研究組合光電子融合基盤技術研究所

Keita Yamaguchi¹, Yutaka Makihara¹, Yudian Wang¹, Yoshitaka Oiso¹, Tomohiro Amemiya^{1,2},

and Nobuhiko Nishiyama^{1,2,3}

1 School of Engineering, 2 Institute of Innovative Research (IIR), Tokyo Institute of Technology

3 Photonic Electronics Technology Research Association (PETRA)

E-mail: yamaguchi.k.bg@m.titech.ac.jp

はじめに

シリコンフォトニクス光集積回路における光ファイバと Si 導波路間の端面結合では、接続損失低減を目的としてスポットサイズコンバータ (SSC) が用いられる。一般的に逆テーパ型 SSC を導入することにより、カットオフ以下まで導波路を縮小し、光ファイバによって形成されるスポットサイズとの形状差を減らし、チップ端面での結合損失を低減させているが、数 dB 程度の損失が生じてしまう。これを改善するため、これまでに、Si/SiON/SiO₂ を用いたダブルクラッド構造を利用して 0.5 dB の結合損失が報告されているが、限定的な SiON 屈折率の範囲でしか検討がされていない [1]。今回、SiON は SiO₂ (1.45) と SiN (2.00) の値全ての屈折率範囲を取れることを仮定し、SiON の屈折率、Si テーパの長さ・幅をパラメータとして、ダブルクラッド構造の結合効率を検討したので、ご報告する。

結果

Fig.1 にファイバ側から接続する方向を左側として、Si/SiON/SiO₂ ダブルクラッド型による SSC の構造を示す。最終的に接続する Si 導波路の高さおよび幅は 220 nm と 500 nm を想定するが、先球ファイバのスポットサイズ約 2.3 μm と比較して非常に小さく、SSC の結合効率に限界がある。そこで一旦 SiON をコア、SiO₂ をクラッドとする導波路に接続した後、Si 導波路へと移行させる。

まず、第 1 段階であるファイバと SiON 導波路の結合効率を有限差分固有モード(FDE)法および、2 つのモードの重なりを計算することによって求めた。Fig.2 に計算結果を示す。ファイバのスポット径が円形であることから、SiON 導波路の高さと幅も同一とした。計算結果から、屈折率 1.6 (高さ:0.4 μm) と屈折率 1.9 (高さ:2.2 μm) において、それぞれ高い結合効率 99.6% および 94.1% が得られることがわかる。またそれぞれの断面のモード図を図中に示すが、屈折率 1.9 の場合は、カットオフ以下での結合となっていることが分かる。

次に SiON 導波路から Si テーパ、最終的に Si 導波路に移る際の透過率を固有モード展開 (EME) 法により求めた。Fig.3 に計算結果を示す。Fig.2 で結果の優れた屈折率 1.6 と 1.9 での構造で、Si テーパの初期幅が 100 nm の時、最大透過

率が、それぞれ 99.7% (SSC 長:136 μm)、96.7% (SSC 長:200 μm) となり、SSC 全体の最大結合効率は屈折率 1.6 の時、ファイバと SiON 導波路の反射率 (4.7%) も考慮すると 94.7% となる。

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP16007) の結果得られたものである。

参考文献

- [1] T. Tsuchizawa et al., “Si photonics platform and its fabrication”, JSPS Si Symposium, 10-14 (2008).

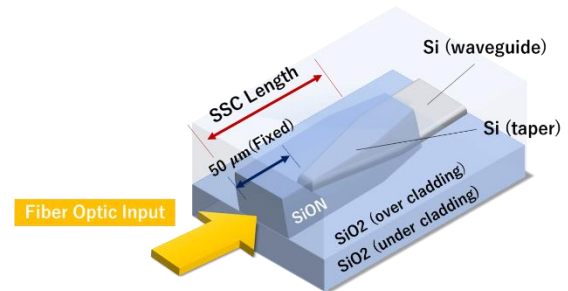


Fig. 1 The structure of SSC.

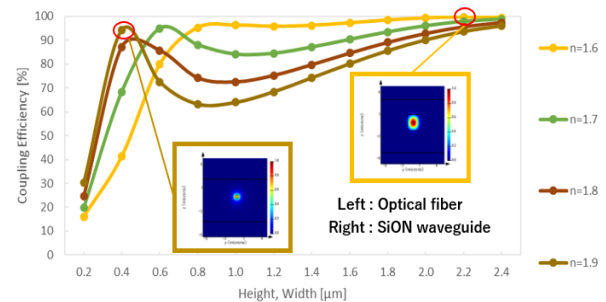


Fig. 2 Coupling efficiency between the optical fiber and SiON waveguide by FDE.

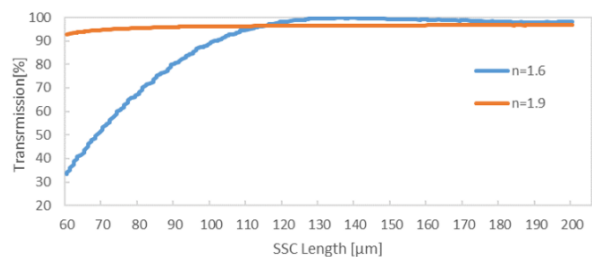


Fig. 3 Transmission from SiON waveguide to Si waveguide