

粒子群最適化を用いた Si フォトニック結晶導波路 接続構造の最適化 (Ⅲ)—実験的検証—

Particle swarm optimization of Si photonic crystal waveguide junction structure (III)
— experimental demonstration —

横国大院工 ○白鳥遼, 林昂佑, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., °R. Shiratori, K. Hayashi, T. Baba

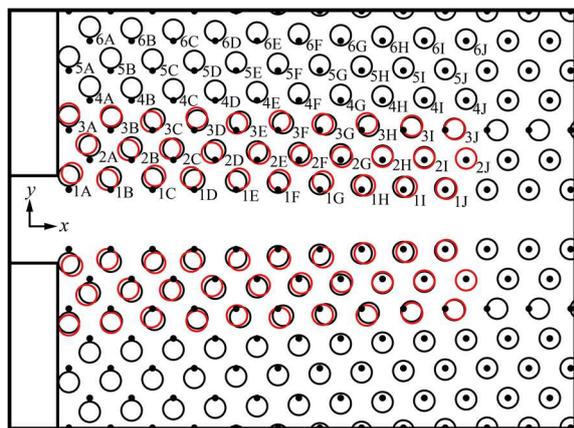
E-mail: shiratori-ryo-jb@ynu.jp

我々はシリカクラッド Si フォトニック結晶導波路 (LSPCW) のスローライト効果を用いたマッシュエンダー光変調器¹⁾, 光相関計²⁾, 光偏向器³⁾などを開発してきた。これらのデバイスでは, 入出力用の Si 細線導波路の伝搬モードと LSPCW のスローライトモードを低損失で接続させる必要がある。単純な接続では大きな損失が生じるが, テーパー構造⁴⁾を用いると, 接続箇所あたりの損失を 0.3 dB 程度まで低減できる。さらに粒子群最適化法 (PSO)⁵⁾ などの多目的最適化アルゴリズムを用いて, LSPCW の接続端の円孔の位置を自動最適化することで, 最低損失 0.2 dB 以下を計算した⁶⁾。また実験においては, 導波路中央から 1 列目の円孔のみを最適化した素子を製作し, 実際に損失 0.2 dB を評価した⁷⁾。今回は導波路中央から 3 列目までの円孔を最適化した素子を製作, 評価した。

図 1 は PSO 最適化により得られた接続部周辺の円孔配列である。黒線は単純なテーパー構造であるが, 赤線で示した最適化後の構造では導波路幅が凹凸を繰り返しながら縮小していく。3 次元 FDTD 計算による損失の評価では, 最適化前の 0.3 dB から 0.1 dB に低減された。製作したのは, 長さ 800 μm の分割がない LSPCW と, 2~4 個に分割した LSPCW であり, Si 細線との接続回数はそれぞれ 2, 4, 6, 8 回である。図 2 に分割数に対する透過強度を示す。この傾きより, 最適化前の損失 0.4 dB に対して, 最適化後は 0.1 dB となった。ここまで小さくなれば, LSPCW を汎用的に用いることができる。

本研究は JST-ACCEL プロジェクトとして行われている。

参考文献 1) Y. Hinakura, et al., Opt. Express **27**, 14321 (2019). 2) K. Kondo, et al., Optica **4**, 1109 (2017). 3) H. Ito, et al., Optica **7**, 47 (2020). 4) Y. Terada, et al., Opt. Lett. **42**, 4695 (2017). 5) A. J. Nebro, et al., IEEE, MCDM, 66 (2009). 6) 白鳥ら, 秋季応物, 20a-B01-8 (2019). 7) 白鳥ら, 春季応物, 14a-B415-4 (2020).



Row	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	x	30	-30	24	-30	30	18	30	30	12
	y	190	114	158	142	126	110	94	48	32
2	x	-30	-30	-30	-30	24	24	12	0	0
	y	184	114	128	82	72	50	34	36	20
3	x	0	4	-11	23	8	18	27	49	82
	y	190	162	98	142	78	104	70	78	50

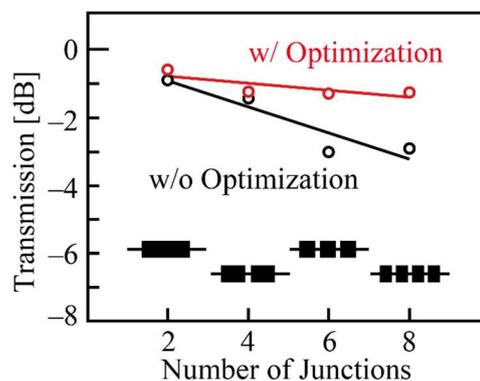


図 2 接続回数に対する透過強度の実験結果。

Row	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	160	144	128	112	96	80	64	48	32
5	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	160	144	128	112	96	80	64	48	32
6	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	160	144	128	112	96	80	64	48	32

図 1 LSPCW と Si 細線の接続部モデル。黒点は単純な 1 列線欠陥導波路の円孔中心。黒線と赤線の円孔は, テーパー型接続構造において, それぞれ最適化前と最適化後の位置。下の表は単純な線欠陥導波路各円孔の中心座標に対する最適化後のずれ量 [nm]。