

粒子群最適化を用いた Si フォトニック結晶光偏向器の最適化

Particle swarm optimization of Si photonic crystal waveguide beam steering device

横国大院工 °白鳥遼, 阿部遼太郎, 武田太一, 中田雅也, 白川真一, 斉藤翔汰, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., °R. Shiratori, R. Abe, T. Takeda, M. Nakata, S. Shirakawa, S. Saito, T. Baba

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

我々はスローライト効果をもつ二重周期格子シフト Si フォトニック結晶導波路 (LSPCW) から扇状光ビームを放射させる非機械式光偏向器を開発している¹⁾. その特性は LSPCW の円孔配列や回折機構のわずかな変化で大きく変わる. これまでに, Si スラブ上に深さ 10 nm の浅堀回折格子を導入した上下非対称構造により上方への放射の増大, 扇状ビームの狭角化により, 光偏向器としての効率が向上することを示した²⁾. 今回はこれらの特性をさらに改善するべく, 粒子群最適化法 (PSO) の多目的最適化アルゴリズム³⁾を用いることで, LSPCW の 3 列目まで円孔の自動最適化を試みた.

入力は一重周期の単位セルの中にある 3 列目までの 6 個の円孔それぞれの Δx , Δy , Δr の 3 変数の 18 次元, 出力は上下放射比とビーム角度拡がり $\delta\phi$ とした. 図 2 に基本構造 (黒) と最適化後の構造 (赤) を重ねて示す. 図 3 は FDTD 計算より求めた上下放射比とビーム拡がり $\delta\phi$ を表している. 基本構造では上下放射比は最大 1.3 倍, $\delta\phi$ は $\pm 7.3^\circ$ であったものが, 最適化後は上下放射比が最大 9.3 倍, $\delta\phi$ は $\pm 8.4^\circ$ となった. すなわち $\delta\phi$ を抑制した状態で, 上下放射比が大きく改善された. これに機械学習を組み合わせた最適化も行っている. なお, 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) H. Abe, et al., Opt. Express **26**, 9389 (2018). 2) 楠ら, 春季応物, 20-a-P4-10, (2018). 3) A. J. Nebro, et al., IEEE Symp, Comput, Intelligence in Multi-Criteria Decision-Making (MCDM), 66 (2009).

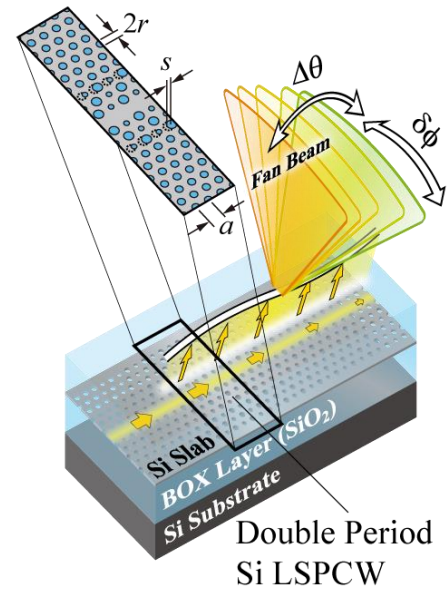


図 1 二重周期 LSPCW 光偏向器の概念.

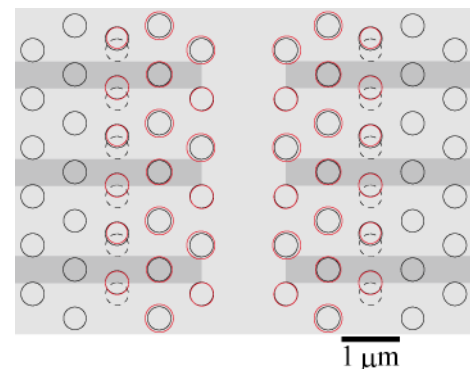


図 2 光偏向器の最適化前 (黒) と最適化後 (赤) の円孔配列. 濃い灰色は浅堀回折格子.

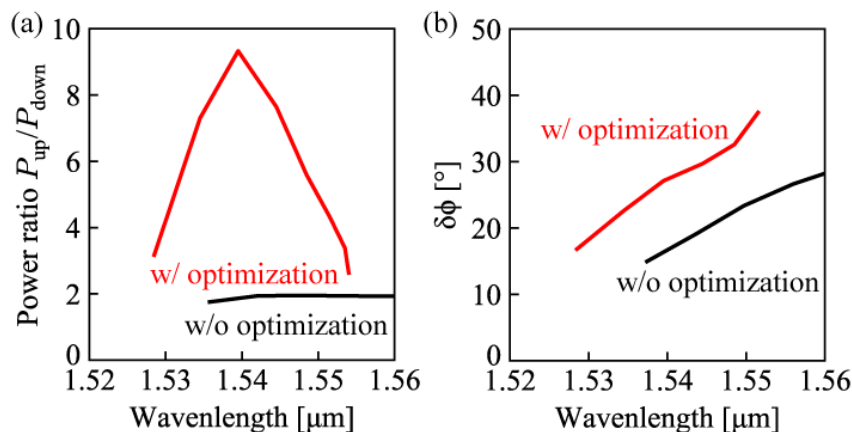


図 3 FDTD 計算より求めた放射特性. (a) 上下放射比. (b) ϕ 方向ビーム拡がり $\delta\phi$.