

Si フォトニック結晶スローライト光偏向器の一方方向性光放射の観測 (II)

Observation of unidirectional light radiation from Si photonic crystal slow-light beam steering device (II)

横国大院工¹ ○伊藤寛之, 楠侑真, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., [○]Hiroyuki Ito, Yuma Kusunoki and Toshihiko Baba

E-mail: ito-hiroyuki-jw@ynu.jp

我々は Si フォトニクスをベースとした小型かつ非機械式の光レーダー = LiDAR を開発している¹⁾。これまでに、格子シフト型フォトニック結晶導波路 (LSPCW) に適切な二重周期変調を導入することで、遠方で鋭い光ビーム形成とスローライト効果による偏向角の大きな波長・屈折率感度を実証してきた²⁾。また、通常の上対称断面構造では、下方向に大きな光放射が生じ、LiDAR に応用すると光ビーム送受信効率が低くなる。そこで前回、図 1 に示す浅掘回折格子を付加した上下非対称 LSPCW 光偏向器を提案した³⁾。今回は、様々な構造パターンの上対称 LSPCW を Si フォトニクス CMOS プロセスにより製作し、放射特性を比較した。

図 2 は具体的な 5 種類の構造に対して観測された上方放射光の強度スペクトルの比較である。黒は既に報告した上下対称 V 字パターン円孔直径二重周期 LSPCW (Structure I) であり、 $\Delta r = r_1 - r_2 = 5 \text{ nm}$ とした。緑は浅掘回折格子を付加した上下非対称 LSPCW (Structure II)、黄、橙および赤は Structure II にそれぞれ 1~10 列目、1 列目、および 2 列目に同じ Δr の円孔直径二重周期を導入した構造 (Structure III~V) である。グラフ横軸は LSPCW のスローライト帯域 $\Delta\lambda$ で規格化した動作波長とし、縦軸は Structure I で観測された最大パワーで規格化した相対強度である。Structure I では全般に放射強度は弱い、計算では横方向ビーム広がりが大きいことがわかっており、上部 SiO_2 クラッド/空気境界面の全反射やフレネル反射が大きく影響していると考えられる。Structure II, IV, V は線欠陥導波路近傍の円孔変調導入や通常の格子定数 $a = 400 \text{ nm}$ から 380 nm に減らすことでスローライトモードが線欠陥からフォトニック結晶側により染み出すため、放射開口が広くなり横方向のビーム広がりが減少する。これによって SiO_2 /空気境界面での反射の影響が緩和されることにより、放射光強度が大きく増大し、最大 8 倍が観測された。また円孔変調を導入する位置には最適な条件があり、Structure III の場合では下方への放射が増大した。

なお、本研究は JST-ACCEL プロジェクトとして行われている。

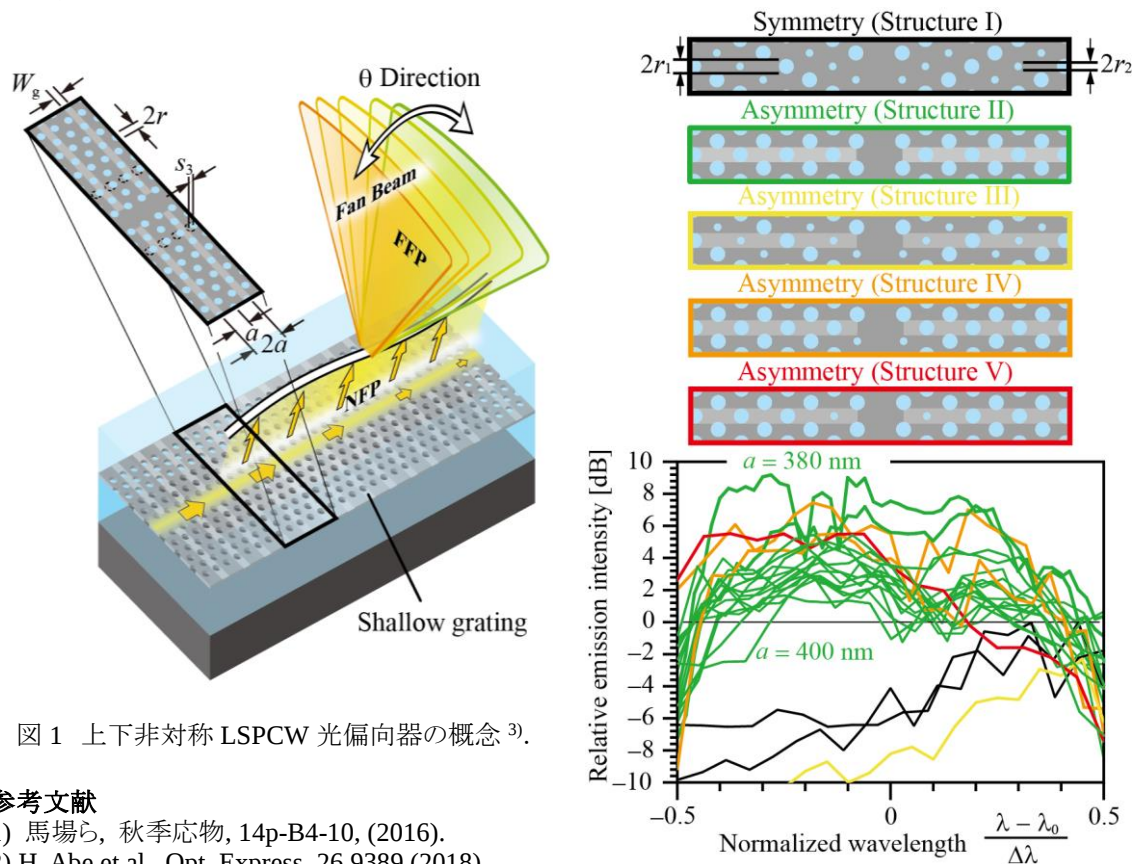


図 1 上下非対称 LSPCW 光偏向器の概念³⁾。

参考文献

- 1) 馬場ら, 秋季応物, 14p-B4-10, (2016).
- 2) H. Abe et al., Opt. Express, 26 9389 (2018).
- 3) 伊藤ら, 秋季応物, 19a-B225B-, (2018).

図 2 5 種類の構造で観測した上方放射強度の比較。