

表面回折格子装荷フォトニック結晶スローライト偏向器

Surface diffraction grating loaded photonic crystal slow light beam steering device

○建部 知紀、近藤 圭祐、竹内萌江、馬場 俊彦 (横浜大)

○Tomoki Tatebe, Keisuke Kondo, Moe Takeuchi, Toshihiko Baba (Yokohama Nat'l Univ.)

E-mail: tatebe-tomoki-pc@ynu.jp

回折格子は波長や屈折率に依存して光ビームを偏向させるので、可変波長光源や屈折率制御機構(加熱ヒーターなど)と組み合わせれば光偏向器として利用できる。ただし現実的な波長や屈折率の変化量に対する偏向角が数度と小さい。我々は、フォトニック結晶導波路 (PCW) のスローライトがこれらの微小変化に対して波数を大きく変える点に着目し、これと光回折機構を組み合わせた光偏向器を検討している¹⁾。本研究では、製作したシリカクラッド Si PCW に表面回折格子を形成した Fig. 1(a)のようなスローライト偏向器を報告する。

製作した PCW は、スラブ厚 210 nm, 格子定数 400 nm, 円孔直径 200 nm, 上下シリカクラッドの厚さはそれぞれ約 2 μm である。上側のクラッドを反応性イオンエッチングにより約 1 μm まで薄膜化し、さらに集光イオンビーム (FIB) を用いて周期 800 nm, 深さ約 120 nm の回折格子を形成した。Fig. 1(b)には回折光の FDTD シミュレーション例 (1 次元フォトニック結晶導波路を仮定した簡易的な断面 2 次元計算) を示す。また Fig. 1(c) は実際に上方向 (鉛直が $\theta = 0^\circ$) に放射される光の遠視野像である。コリメートレンズ等を挿入していないので、導波路と直交する方向には光が広がるが、導波路に沿った方向には 0.1°オーダーの狭いビームが観測された。また波長を変えると、約 1.2°/nm で偏向した。これは通常の回折格子の約 10 倍の感度である。

より厳密な理論性能を予測するため、回折格子を含む 3 次元構造を考慮したフォトニックバンドと群屈折率スペクトルを計算した。これより得られた偏向角と光放射量のスペクトルを Fig. 2 に示す。ここでは導波路上部のシリカクラッドの厚さ t を 300~400 nm, 回折格子の幅を 400 nm, 深さを 120 nm と仮定している。偏向角は 1.2°/nm であり、実験値とほぼ一致した。光の放射量は、元々の伝搬モードがシリカライトコーンに影響されない波長 1550 ~ 1570 nm で $t = 300$ nm のときに約 100 dB/cm, $t = 400$ nm のとき、約 30 dB/cm である。最終的な導波路長は 3 mm を想定しているが、これまでに製作したデバイスは 800 μm なので、これで効率のよい光放射を得るための設計と製作を行っていく。

参考文献 1) 竹内ら, 本会

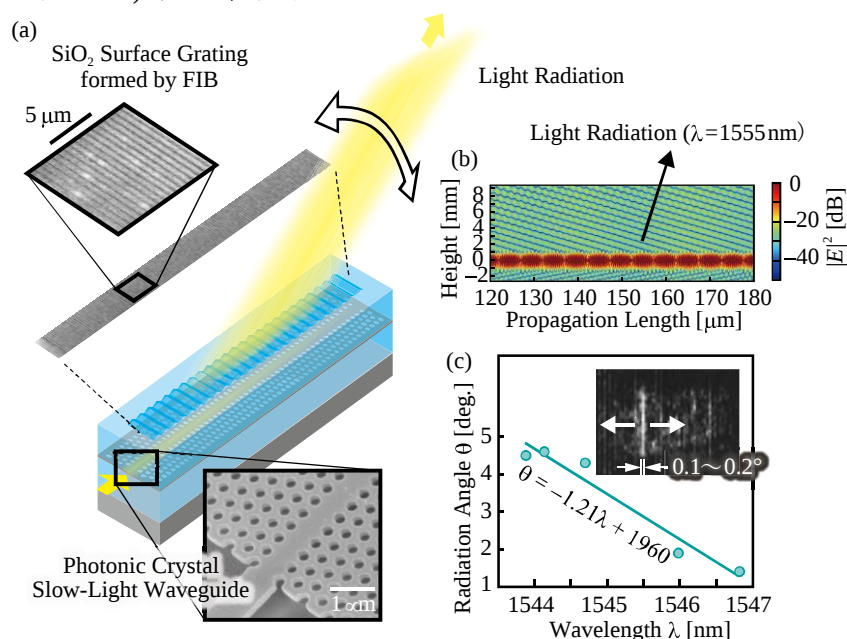


Fig. 1 Fabricated device (a), simulation of light diffraction (b), and observed far-field pattern and radiation angle (c).

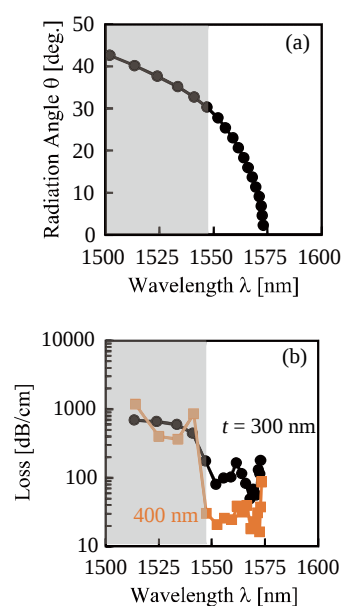


Fig. 2 Calculation of radiation angle (a) and radiation loss (b)