

フォトニック結晶スローライト偏向器の様々な構造の比較(Ⅱ) Comparison between Various Structures of Photonic Crystal Slow Light Deflector (Ⅱ)

○建部 知紀, 羽中田翔司, 伊藤寛之, 阿部紘士, 馬場俊彦 (横国大)

○Tomoki Tatebe, Shoji Hachuda, Hiroyuki Ito, Hiroshi Abe, 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¹⁾。前回までに、我々はビーム偏向用の表面回折格子とフォトニック結晶導波路(PCW)のスローライト効果を組み合わせた光偏向器により、偏向角 θ の大きな波長感度が得られることを報告した²⁾。しかし伝搬光がPCWに強く局在するので、放射ビームが横方向(ϕ 方向)に拡がり、コリメートが難しいという問題がある。一方、二重周期変調をもつ無欠陥二次元フォトニック結晶(PC)では、波長感度は小さくなるが、大きな開口幅により ϕ 方向の拡がりが抑制される³⁾。今回は既に実証済みの表面回折格子装荷PCW、ならびに理論的に検討してきた二重周期PC、回折格子導波路、ワッフル導波路などの光偏向器(図1)をCMOSプロセスで製作し、遠視野像(FFP)と波長感度を実験的に比較した。

図1(a)は表面回折格子装荷PCW偏向器で、SiO₂クラッド表面に格子定数 a の2倍周期で回折格子を形成したもの、(b)は二重周期PCで、Siスラブに円孔を正方格子配列し、 a の2倍周期で円孔直径が異なるもの、(c)は幅広導波路に深さ10nmの浅い回折格子を形成したもの、(d)は円形の浅い窪みを二次元配列させたワッフル導波路である。(a)~(d)に示す各構造の波長感度は0.71, 0.24, 0.14, 0.14°/nmとなり、計算値とおおよそ一致した(図2)。各構造で観測された遠視野像を図3に示す。開口面が最も狭くなる(a)では光が ϕ 方向に $\pm 10^\circ$ 以上拡がっている。一方、開口面を広げた(b)~(d)ではより狭い単峰な ϕ 方向ビームとなった。(b)の二重周期PCでは、(a)ほどスローライト効果が大きくないが、横方向ビーム形状の制御が容易で、さらに開口面を拡大すれば、より鋭いビームとなるので、高分解能なLiDARへの応用が期待できる。

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) J. K. Doylend, et al., Opt. Express **19**, 21595 (2011). 2) K. Kondo et al., Opt. Lett. **42** (2017) 4990. 3) 建部ら, 春季応物 16p-F204-9 (2017).

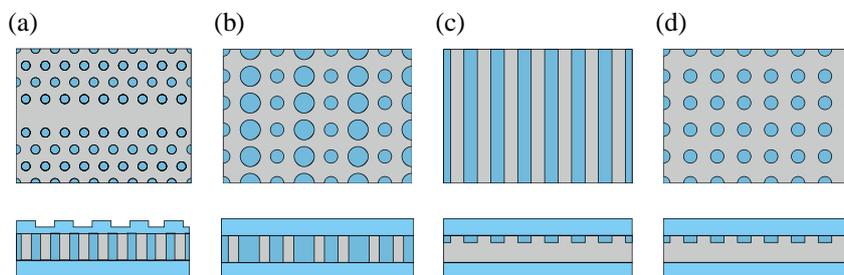


図1 様々な光偏向器の構造。(a) 表面回折格子装荷PCW。(b) 二次元PC。(c) 回折格子導波路。(d) ワッフル導波路。灰色: Si, 水色: SiO₂。上段は構造の上面, 下段は側面の断面図を表す。

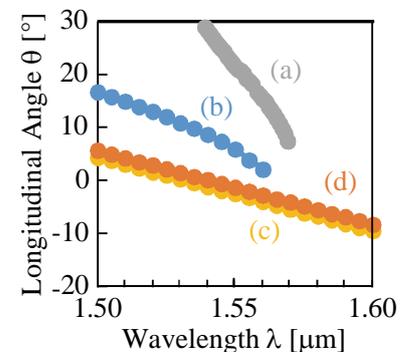


図2 観測された偏向角の波長依存性。(a)~(d)は図1の構造に対応する。

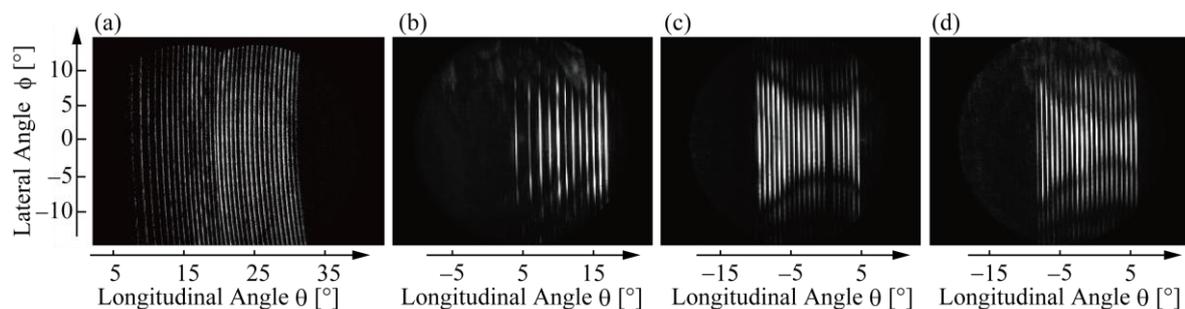


図3 観測されたFFP(各波長のFFPを重ね合わせた)。(a)~(d)は図1の構造に対応する。