

Si フォトニック結晶光偏向器のビームコリメート用プリズムレンズ (I)

— 原理と基本設計 —

Prism Lens for Beam Collimation in Si Photonic Crystal Beam Steering Device (I)

— Principle and Fundamental Design —

横国大院工, °秋山 大地, 前田 惇, 馬場 俊彦

Yokohama National Univ., °Daichi Akiyama, Jun Maeda, Toshihiko Baba

E-mail: akiyama-daichi-cw@ynu.jp

我々は, Si 格子シフトフォトニック結晶導波路 (LSPCW) を用いた非機械式光偏向器を提案, 実証し¹⁾, さらに LiDAR への搭載を検討している. Si PCW 光偏向器から出射される光ビームは, 波長掃引や屈折率変化により, LSPCW に沿った θ 方向の角度を偏向する. このとき, LSPCW に直交する ϕ 方向は扇状に広がるので, これを平行化するためのコリメートレンズが必要になる. しかし通常のシリンジカルレンズだと, θ によって光が感じるレンズの断面形状とレンズまでの距離が変わるため, コリメート条件が維持できない. そこで今回, θ への依存性を抑制するプリズムレンズを考案した.

まず原理を説明するため, 図1のような三角プリズムに様々な角度で光が入射する状況を考える. ある角度では, プリズムの対称な配置に対して, プリズム内の光が水平になり, 左右の境界面に対する光の角度も対称になる. これより入射角が大きいと, 最初の屈折では境界面に対して光が鋭角, 2回目の屈折では鈍角になり, 入射角が小さいとその逆になる. この二つの面に同じレンズを配置すると, 2つのレンズの断面形状の変化が相殺され, 対称な条件からの入射角の変化が小さいときはコリメート特性が θ に無依存になる条件が生じる. これは光源が1点のときに成り立つので, 光源が分布するときは条件が崩れるが, 光源の分布よりプリズムレンズを十分に大きくすれば, 結局は理想条件に近づく.

これをLSPCWに適用する具体的な形態を図2に示す. プリズムの下面と上面に外側に凸のレンズ面を配置している. プリズムの角度は θ の中央値となる角度が上記の対称条件となるように決める. ただし LSPCW 光偏向器では, ブラッグ条件の制約で, $\theta = 0^\circ$ の光が放射されず, θ の最小値が $5^\circ \sim 10^\circ$ となる. これでは使いづらいので, θ の最小値の光がプリズムレンズを通過後に $\theta = 0^\circ$ となるように屈折させると, 0° を含む $\pm\theta$ が連続的に利用できるようになる. 図2はこのような要求をすべて満たす設計例である. 光線追跡ソフトウェア (CYBER NET, Light Tools) による光線追跡では, θ が変わっても拡がり角 $\delta\phi$ の増加は, ロッドレンズと比べて大幅に低減されることが確認された²⁾.

なお, 本研究は JST-ACCEL プロジェクトの援助を得て行われている.

参考文献 1) H. Abe, *et al.*, Opt. Express, vol.26, no.8, pp.9389-9397, 2018. 2) 前田ら, 本講演会, 2019.

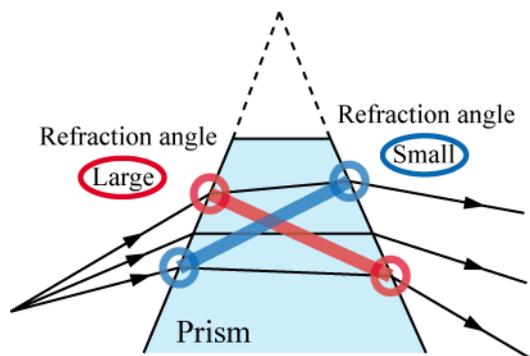


図1 様々な角度で光が入射, 屈折する三角プリズム.

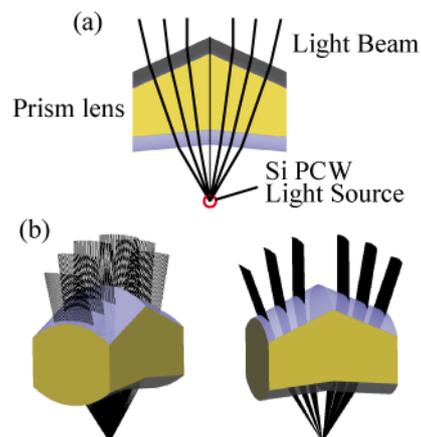


図2 設計したプリズムレンズと様々な(θ , ϕ)の光線.
(a) 側面図. (b) 斜視図.