

構造揺らぎに堅牢な全誘電体ゼロ屈折率材料の実証

Demonstration of Super-Robust All-Dielectric Zero Index Material

ハーバード大 SEAS, °北翔太, Yang Li, Philip Munoz, Orad Reshef, Daryl Vulis, Bobby Day,
Eric Mazur, Charles Lieber, Marko Lončar

Harvard Univ., °Shota Kita, Yang Li, Philip Munoz, Orad Reshef, Daryl Vulis, Bobby Day,
Charles Lieber, Eric Mazur, and Marko Lončar

E-mail: skita@seas.harvard.edu

近年、クローキング、スーパーカップリング、位相整合フリー非線形光学などに応用できるゼロ屈折率材料 (Zero Index Material: ZIM) の開発が進んでいる^{1), 2)}。我々はこれまで金ミラーに挟まれたポリマー埋込み型 Si ピラーアレイからなる ZIM を実証してきたが³⁾, SOI 基板上的の純粋な Si ピラーによる全誘電体構造 (All-Dielectric ZIM: ADZIM) においてもフォトニックディラックコーン (PDC) に基づくゼロ屈折率は実現可能で、更にピラー直径 $2r$ の揺らぎに対して堅牢であることがシミュレーションにより新たに明らかになった⁴⁾。本発表では本構造におけるゼロ屈折率の発現ならびにその $2r$ に対する堅牢性を実験的に示す。標準的な半導体プロセスで製作したシリコンピラーアレイによる 8 セル×8 セルの直角三角型プリズムを作製した結果を Fig. 1(a)に示す。プリズムの入力側には平面波を入力するために最適化された幅の広い Si 導波路、出力側には半円状の SU8 スラブ導波路が接続されている。スラブ導波路端での出射強度分布を近赤外カメラで観測すれば、屈折角 ϕ を測定できる。異なる波長に対して出射強度の角度分布プロットした結果を Fig. 1(b)に示す。これより ϕ が入力波長 1500–1650 nm にかけて直線的に変化しており、波長 1560 nm 近辺において $\phi = 0^\circ$ 、すなわち実効的にゼロ屈折率となることが示された。異なる $2r$ のプリズムも同様に測定し、近視野像の 2 次元ガウシアンフィッティングにより実効屈折率 n_{eff} を抽出した結果を Fig. 1(c)に示す。このように $2r$ が大きくなるにつれ、ゼロ屈折率波長が長波長化する傾向が得られた。これはシミュレーションでの予測と対応する結果であり、 $2r$ に対する本構造の堅牢性が証明された。散乱損失を乗り越えることで本 ADZIM の非線形光学応用が今後期待される。参考文献 1)X. Huang et al., *Nature Mat.* **10**, 582-586 (2011), 2) P. Moitra et al., *Nature Photon.* **7**, 791-795 (2013), 3) S. Kita et al., *MRS fall meeting* (Boston), L17.02 (2014) 4) 北ら, 本会発表予定。

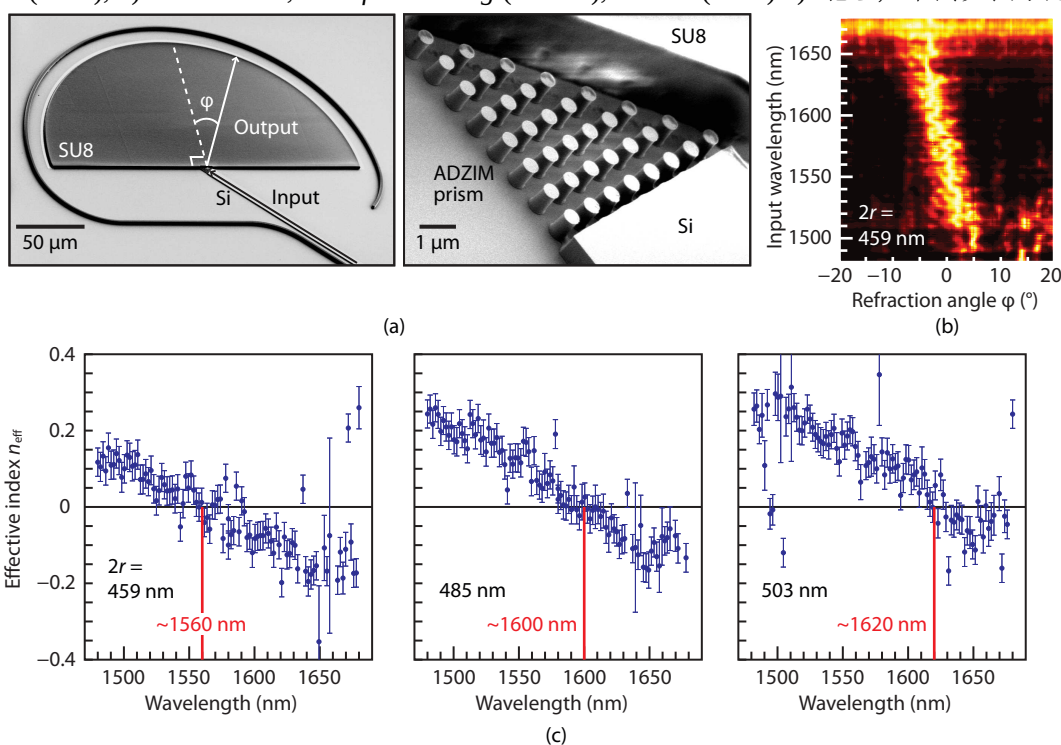


Fig. 1 Demonstration of ADZIM operation. (a) SEM picture of fabricated ADZIM prism with coupling waveguides. White lines and arrow denote the definition of the refractive angle ϕ . (b) Obtained intensity distribution field along the edge of the semicircular SU8 waveguide with different wavelength input. (c) Retrieved effective index from the 2D Gaussian fitting of the near field pattern with different wavelength input. Each plot shows the result of ADZIM prism with different $2r$.