加熱制御型 Si フォトニック結晶導波路スローライト偏向器

Thermally-Controlled Si Photonic Crystal Waveguide Slow Light Beam Steering Device

横国大院工 [1], °竹内 梧朗, 寺田 陽祐, 竹内 萌江, 阿部 紘士, 馬場 俊彦
Yokohama Nat'l Univ., Goro Takeuchi, Yosuke Terada, Moe Takeuchi, Abe Hiroshi, Toshihiko Baba
E-mail: takeuchi-goro-yh@ynu.jp

スローライトを実現する SiO_2 クラッド Si フォトニック結晶導波路 (PCW) は, CMOS プロセスで製作可能である [1]. これに二重周期構造を導入すると伝搬帯のフォトニックバンドが放射帯に折り返されるので, 伝搬光が空気中に放射される. スローライトは波長や屈折率の変化に対して波数を大きく変えるので, 二重周期 PCW は大きな偏向角をもつ光偏向器となる. 我々はこのような光偏向器とこれを応用した光レーダーを提案, 研究してきた [2]. 光を偏向するために波長を変えるやり方もあるが, 本研究では加熱による偏向を検討した. 放射光を取り出すには, 導波路上部にヒーターを設置するのは困難なので, Si PCW 自体に電流を流すことで加熱を実現した.

図 1 に円孔直径 $2r$ を V 字型二重周期的に変調した pip ドープ PCW 光偏向器を示す. ドーピングに伴う自由キャリア吸収を 10 dB/cm 以下に抑制するため, i 領域の幅を 1.6 mm と設定した. 電圧を印加すると PCW が加熱され放射光ビームの縦方向 (導波路進行方向) の角度が変わる. 放射係数は円孔直径の差 $\Delta 2r$ を調整することで制御でき [3], 例えば $2r$ = 220 nm, $\Delta 2r$ = 15 nm のとき 80～140 dB/cm となる. 図 2 に製作したデバイスを示す. チップ左側に設計した電極から直流電圧 V_{DC} を印加して光偏向動作を確認した. 図 3 に各 V_{DC} での光偏向器からの出射ビームの遠視野像を示す. V_{DC} = 0～30 V に対して偏向角 $\Delta\theta$～10°が得られた. より高電圧を印加すれば, さらに大きな偏向角が期待できる. ただし, 低電圧では 0.2°以下と測定限界付近にあったビーム広がり角が, 高電圧では 1°程度まで大きくなった. これは PCW 面内の温度不均一の影響と考えられ, 入出射端付近ではビームを放射しない構造を導入することでビーム広がりの抑制が期待される.

本研究は JST ACCEL プロジェクトにて行われた.

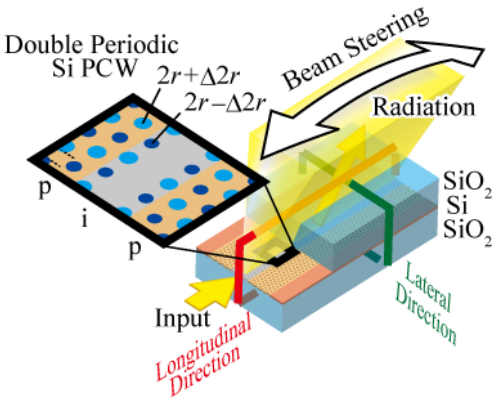

図 1 PCW 光偏向器の概要.

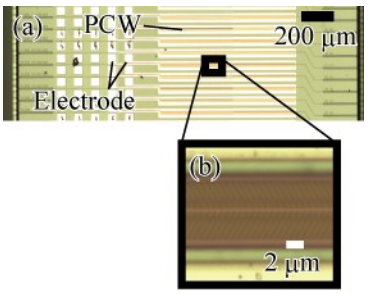

図 2 製作したデバイスの光学顕微鏡像. (a) デバイスの全体像, (b) PCW の拡大.

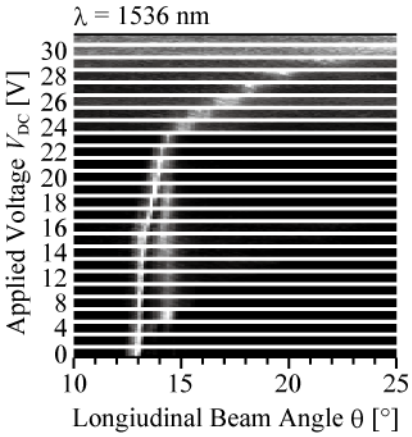

図 3 光偏向器に電圧を印加したときの出射ビームの遠視野像.

参考文献

1) T. Tamura *et al*., J. Lightwave Technol., **33**, 7 (2015). 2) 竹内萌江ら, 応物秋季, 14p-B4-13 (2016) . 3) 竹内梧朗ら, 応物春季, 17p-F204-2 (2017) .