

可視光帯用 Zr ドープ SiO₂ コア PLC の青色光耐性評価

Blue Light Resistance of Zr-doped Silica-based Planar Lightwave Circuits

NTT 先端集積デバイス研究所¹, [○]藤原 裕士¹, 阪本 隼志¹, 橋本 俊和¹, 渡辺 啓¹

NTT Device Technology Labs.¹ [○]Yuji Fujiwara¹, Junji Sakamoto¹, Toshikazu Hashimoto¹ and Kei Watanebe¹

E-mail: yuji.fujiwara.vu@hco.ntt.co.jp

1. はじめに

近年、石英系 PLC (Planar Lightwave Circuit) を用いた小型かつ高機能な可視光デバイスが数多く提案されている。超小型プロジェクタ向けの RGB 合波器や PLC 上にマイクロ流路を集積した可搬な分光分析器、小型カメラと PLC を組み合わせた 3D 形状計測器などがその一例である [1-3]。PLC は、複雑な光学系を小型に実現できる他、同一チップ内に構成された光学系は高い耐衝撃性を持つため、高機能かつ可搬な可視光デバイスの構成要素として注目されている。

波長 400-480 nm の可視光は、光の三原色の青色に相当し、蛍光励起光等にも用いられるため、産業的に利用価値が高い。しかし従来の石英系 PLC にこれらの青色光を入力する場合は、光パワーが数 mW 以下に制限される問題がある。これは石英系 PLC のコアに広く用いられる Ge ドープ SiO₂ が、青色光照射により屈折率変化を起こし回路特性が劣化するためである。

我々は Ge に起因する劣化を回避するために、Ge を排除した石英系 PLC の検討を進めている [4]。既に Zr ドープ SiO₂ をコアに用いた石英系 PLC を作製し、波長 445 nm の青色光への耐性が向上することを確認した [5]。しかしその他の波長の青色光への耐性は未評価であった。本検討では、Zr ドープ SiO₂ コア PLC の実効屈折率 (effective refractive index: Neff) 変化について入力する青色光波長依存性を評価した。

2. 青色光入力時の実効屈折率変化量評価試験

Figure 1(a) に作製した導波路の断面を示す。本検討では、Zr ドープ SiO₂ をコアに、ホウ素と燐をドープした SiO₂ をクラッドに用い、比屈折率差は 1.1% とした。コアは幅 2.5 μm、高さ 2.25 μm である。青色光入力時の Neff 変化量は Figure 1(b) に示す Mach-Zehnder (MZ) 干渉計を用い、透過スペクトル上の消光点のシフト量から評価した [6]。実験では、同図の port1 から青色の CW 光を入力することで導波路の劣化を促し、一定時間ごとに波長 450-650 nm の白色光を port2 へ入力して透過スペクトルを得た。

Figure 2 に Ge ドープ SiO₂ コア PLC と Zr ドープ SiO₂ コア PLC に波長 445 nm、光パワー 20 mW の青色光を 40 時間入力した前後の透過スペクトルを示す。同図の前者のスペクトルにはシフトがみられ、後者にはそれがみられない。本検討では、Fig. 2 の 445 nm 以外にも、波長 405, 473 nm、入力パワー 20 mW の青色光入力時の Neff 変化量について同様に評価した。Figure 3 に Ge ならびに Zr ドープ SiO₂ コア PLC の Neff 変化量を示す。実験を行った 40 時間程度では Neff 変化は線形に起こったため単位時間当たりの変化量でプロットしている。Ge サンプルは波長が短くなると Neff 変化量が大きくなり特に 405 nm では大きく変化が見られる。一方 Zr サンプルは、445 nm ま

では Neff 変化はほぼ観測されず、405 nm で若干の変化が観測されるが、従来に比べて非常に小さい。以上から、Zr ドープ SiO₂ コア PLC は従来の石英系 PLC と比較して大幅に青色光への耐性が高い事を初めて確認できた。

3. まとめ

Zr ドープ SiO₂ コア PLC を作製し、青色光入力時の回路特性の安定性を評価した。結果、波長 400-480 nm の青色光に対して広く安定性が向上することを確認し、波長の短い青色光を用いる可視光デバイスへの石英系 PLC の応用拡大に Zr ドープ SiO₂ が有効であると初めて確認した。

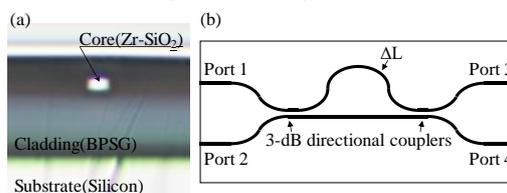


Fig. 1. (a) Cross section of Zr-doped silica core PLC. (b) Schematics of Mach-Zehnder Interferometer for blue light irradiation test.

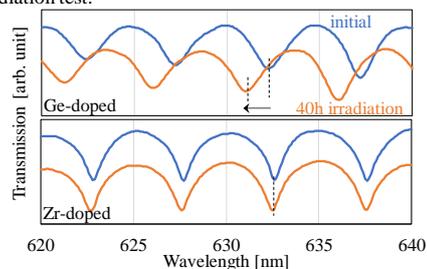


Fig. 2 Transmission spectrum of MZI consist of Zr-doped silica core PLC and Ge-doped silica core PLC.

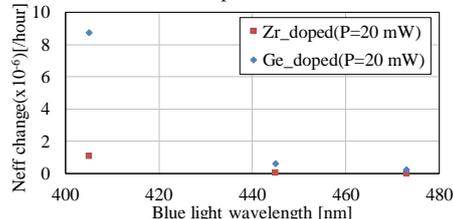


Fig. 3 Blue light wavelength dependency of effective refractive index (Neff) change.

参考文献

- [1] J. Sakamoto, *et al.*, in Proc. SPIE 10126, p.101260M-7, 2017.
- [2] R. M. Vazquez, *et al.*, Anal. Bioanal. Chem., 393, p. 1209, 2009.
- [3] S. Katayose, *et al.*, 2020 Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 59 SOOD01, 2020.
- [4] Y. Fujiwara, *et al.*, in Proc. 2021 26th Micro-optics Conference, H-2, 2021.
- [5] Y. Fujiwara, *et al.*, in Proc. The 28th International Display Workshop, FMC5-2, 2021.
- [6] Y. Hibino, *et al.*, IEEE Photon. Technol. Lett., Vol. 3, No. 1, p. 640, 1991.