

マルチ非線形光学効果を誘起するハイブリッド TFLN 導波路の検討

Investigation of hybrid-TFLN waveguide inducing multi-nonlinear optical effects

日大院生産工¹, 産総研², 早大³ ○(M1) 北村 大和^{1,2}, 高 磊²,

北 智洋³, 山本 宗継², Cong Guangwei², 山田 浩治², 石澤 淳¹

Nihon Univ.¹, AIST², Waseda Univ.³, °Yamato Kitamura^{1,2}, Rai Kou², Tomohiro Kita³,

Noritsugu Yamamoto², Cong Guangwei², Koji Yamada², Atsushi Ishizawa¹

E-mail: ciya24010@g.nihon-u.ac.jp

1. 研究背景

光周波数コムは超高速分光, 光周波数計測, 低ノイズマイクロ波発生など様々な分野への応用が期待され, これらの応用には光周波数コムの安定化が欠かせない. 既知の制御技術として, 光周波数コムを広帯域化した後, 自己参照干渉法を用いて f_{CEO} 検出およびフィードバックが行われる. しかし, 広帯域化では3次の非線形光学効果 $\chi^{(3)}$ を持つフォトニック結晶ファイバ (PCF), 波長変換では2次の非線形光学効果 $\chi^{(2)}$ を持つ周期分極反転 (PP) LN 導波路といったように次数の異なる非線形光学効果を持つ素子を利用する必要があり, 複雑な構成で実現されていた[1].

2. 提案構造

今回検討した導波路の模式図を Fig. 1 に示す. SiN 導波路の上層へ PP-薄膜 (TF) LN を配置することでハイブリッドモードを形成し, SiN の持つ $\chi^{(3)}$ 及び PP-TFLN の持つ $\chi^{(2)}$ の同時励起を試みる. 導波路のパラメータは Table. 1 に示す条件で構造検討を行った. 本提案構造は, SiN の導波路を埋込平坦化した後, 薄膜転写技術である μ -Transfer printing [2]を用いて PP-TFLN 層を容易に形成できる.

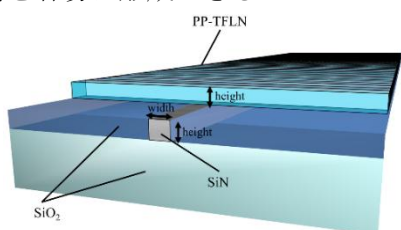


Fig. 1 PP-TFLN on SiN 導波路模式図

Table. 1 導波路構造のパラメータ

	SiN Width (μm)	SiN Height (μm)	PP-TFLN Height (μm)
①	1.5	0.4	0.3
②	1.5	0.4	0.6
③	1.5	0.6	0.3
④	1.5	0.6	0.6

3. 計算結果

Table.1 の条件をもとに波長 $1.55 \mu\text{m}$ における

光モード計算結果 (TE 偏波, Ex 成分) を Fig. 2 に示す. ③及び④における光閉じ込め効率はそれぞれ SiN (③:47%, ④:20%), TFLN (③:43%, ④:74%) であった. SiN 及び TFLN 層の断面構造を制御することで, 異種材料間の光相互作用を大きく調整できる. 次に各設計パラメータにおける波長分散特性を Fig. 3 に示す. 各材料中の光閉じ込め効率が大きく異なる条件下でも (例: ①と④), 平坦かつ広帯域の波長分散関係が得られている. 従来では実現困難であった, $\chi^{(2)}/\chi^{(3)}$ における非線形性の調整が可能となり, 複合的な非線形光学効果を同時励起できる可能性を見いだした.

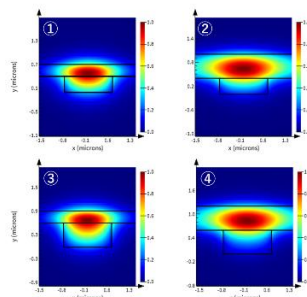


Fig. 2 各導波路におけるモード分布

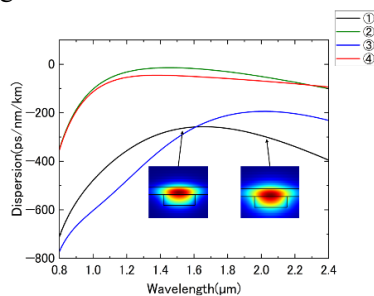


Fig. 3 各導波路における波長分散特性

4. 参考文献

- [1] A. Ishizawa et al., Opt. Exp. **16**, 4706 (2008).
 [2] T. Murai et al., CLEO-PR, Mo1D_3 (2024).

謝辞:本研究はJST さきがけ(JPMJPR24L7), 科研費(23K03982)の支援を受けたものです.