

センサ応用を目的としたカスケード型チャープ長周期光ファイバグレーティングを用いた EDF シグマレーザの発振波長の安定化動作

Wavelength stabilized operation of EDF sigma laser using cascaded-chirped long period fiber grating for sensor use

防衛大¹, 島根大² ○福嶋 匡謙¹, 和田 篤¹, 田中 哲¹, 伊藤 文彦²

National Defense Academy¹, Shimane University²

°Koken Fukushima¹, Atsushi Wada¹, Satoshi Tanaka¹, Fumihiko Ito²

E-mail: {em57006, satoshi}@nda.ac.jp

近年、発振波長のシフトを検出することでセンシングを行う様々な光ファイバリングレーザの研究が活発化している[1]。これまで我々の研究室においても、FBG や LPG を用いた光ファイバリングレーザを提案し、その高性能化について検討を行ってきた。とくに最近では、LPG に関連してカスケード型チャープ LPG (C-CLPG) と呼ばれる特殊なセンサ素子を自作し、これを波長選択素子として用いた EDF リングレーザ (EDFRL) によるセンシングを提案し、温度計測の実証実験を行った[2]。

さらに、共振器を構成するセンサ素子 C-CLPG をセンサとしてより自由な構成で配置すること、また、センサ動作時の C-CLPG 近傍における外乱、特に偏波揺らぎの主要因となる複屈折変動を補償すること、これら 2 つの観点から、C-CLPG と複屈折補償機能をもつファラデー回転鏡 (FRM) を組み合わせた「折り返し C-CLPG」によるσ型共振器に基づいたレーザ (EDFσL) センサを提案した[3,4]。

本研究では、その発振波長の安定化動作について確かめるための実験を行った。ここでは、複屈折変化を C-CLPG 近傍のファイバに生じさせた際の EDFRL, EDFσL の発振動作を比較した結果を述べる。

Fig. 1(a),(b)に EDFRL, EDFσL の実験系を示す。主ループは、EDFA, 分岐比可変カップラ (VOC), 3 パドル型偏波コントローラ (PC1) で構成され、各素子はシングルモードファイバ (SMF) で接続される。図の PC2 の位置で、直径~3 cm のパドルにファイバを 2 巻きさせ、10°おきに 0~180°回転させた。このようにファイバを曲げ、ねじることによってファイバの直交する固有モード間に位相差の変化 (複屈折の変動) を生じさせた。

Fig. 2(a),(b)に、EDFRL と EDFσL の発振スペクトルの推移を示す。干渉ピークの帯域内で 1 波長または 2 波長に割れた発振が得られ、発振は EDFRL では 1565.00 ~ 1565.59 nm (0.59 nm), EDFσL では 1565.28 ~ 1565.34 nm (0.06 nm) の範囲で変動した。この結果から、折り返し C-CLPG による複屈折補償効果によって発振波長の安定化が達成されたと考えられる。

本研究では、共振器の複屈折の変化の影響について調べた。実験結果より EDFσL は、測定環境下におかれるセンサ部のファイバが外乱を受けても安定した発振を示すことから、センサ動作時に検出精度がより高い測定が期待できる。今後、さらに実証実験などを進める予定である。

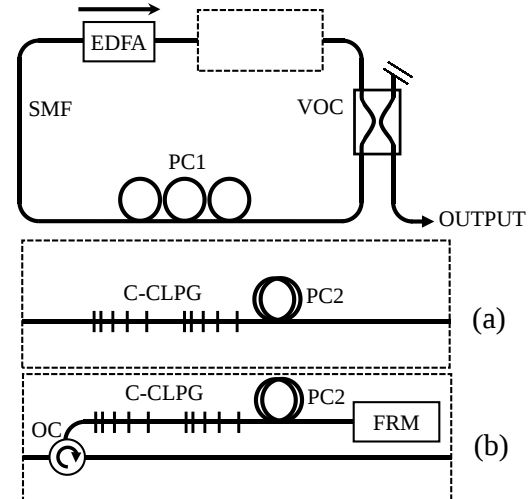


Fig. 1. Experimental setup of (a) EDFRL and (b) EDFσL.

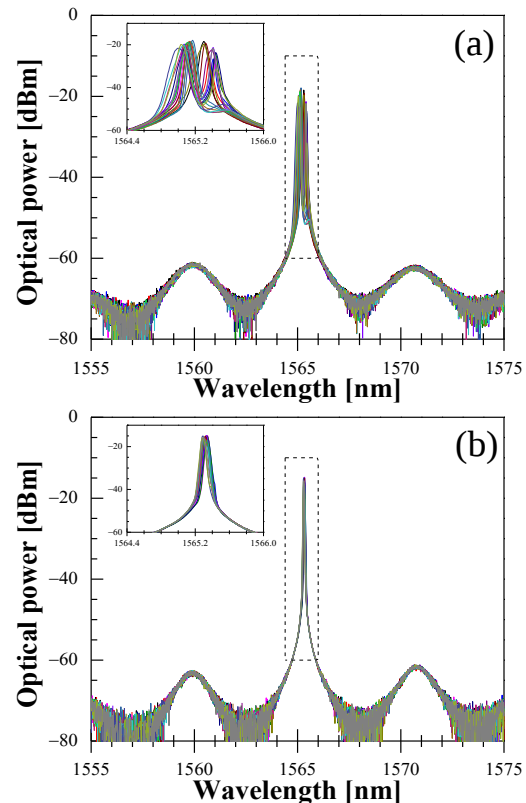


Fig. 2. Oscillation spectra with different rotation angles of PC2: (a) EDFRL and (b) EDFσL.

参考文献

- [1] W.-G. Xie et al.: Sensors, 18 (2), 505 (2018).
- [2] K. Fukushima et al.: Opt. Express, 28 (9), 13081 (2020).
- [3] 福嶋 他: 第81回秋季応物予稿集, 8p-Z16-10 (2020).
- [4] 福嶋 他: 第68回春季応物予稿集, 19p-Z05-4 (2021).