

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 シグマレーザによる実時間変位測定

Real-time displacement measurement based on EDF sigma laser using cascaded-chirped long-period fiber grating

防衛大¹, 島根大² [○]福嶋 匡謙¹, 酒井 宏太¹, 松田 和将¹, 岡野 真人¹, 和田 篤¹, 田中 哲¹, 伊藤 文彦²

National Defense Academy¹, Shimane University²

[○]Koken Fukushima¹, Kota Sakai¹, Kazumasa Matsuda¹, Makoto Okano¹, Atsushi Wada¹, Satoshi Tanaka¹, Fumihiko Ito²

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

(a)

これまで、我々は、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 (C-CLPG) を用いたセンサを提案し、その高性能化・高機能化について検討してきた。最近では、高速・高分解能なセンシングを実現することを念頭に、C-CLPG とファラデー回転鏡 (FRM) を組み合わせた「折り返し C-CLPG」を波長選択素子に用いた σ 型の共振器構成のエルビウム添加ファイバレーザ (EDF σ L) を構成し、その発振波長が C-CLPG に印加される温度[1]、ひずみ・屈曲[2]に対してシフトすることから、これらのセンシングが可能であることを示してきた。また、前回の報告では、単純なリング共振器構成によるレーザ (EDFRL) と EDF σ L について発振動作を比較し、EDF σ L ではより安定した発振動作が得られ、高精度な測定が可能であることを示した[3]。本研究では、EDF σ L による高速なセンシングの実証実験として、変位の実時間での測定について検討した。

Fig.1(a)に EDF σ L の実験系を示す。共振器は、EDFA、折り返し C-CLPG、分岐比可変カプラ (VOC)、偏波コントローラで構成される。発振波長は、PC に接続した光スペクトラムアナライザ (OSA; アンリツ, MS9740A) によって測定される。また、Fig.1(b)に示すように C-CLPG の両端を初期間隔 L_0 : 25 cm で設置し、電動ステージ (シグマ光機, TMM60-15C) の移動により変位 (ΔL) を与えた。ここで、 ΔL を増加させると、C-CLPG に屈曲が印加され、C-CLPG のチャネルスペクトルが短波長側にシフトし、これにともなって発振波長がシフトする[2]。

Fig.2 に典型的な発振スペクトルの ΔL への依存性を示す。発振波長は、1563 ~ 1567.6 nm 近傍で得られ、 ΔL の増加に伴って短波長側へシフトする。Fig.3 に ΔL を一定の速度 ($\sim 80 \mu\text{m/s}$) で 1550 ~ 4550 μm の範囲を増減 (3 周期) させて発振波長を測定した結果を示す。図から、 ΔL に対し線形 ($\sim 1.5 \text{ pm}/\mu\text{m}$) で再現性のある応答が得られていることがわかる。

本研究では、折り返し C-CLPG を用いた EDF σ L の発振波長の高速取得による実時間での変位測定について実証実験を行った。この実験において、OSA は、分解能: 0.03 nm, 波長範囲: 1560 ~ 1570 nm, ポイント数: 1001, 受光帯域幅: 1 MHz に設定され、 $\sim 0.24 \text{ s}$ 毎に発振波長が取得されている。なお、本装置では最速で 0.2 s 毎の実時間測定が可能と見積もられる。講演では、この他の結果についても報告する予定である。

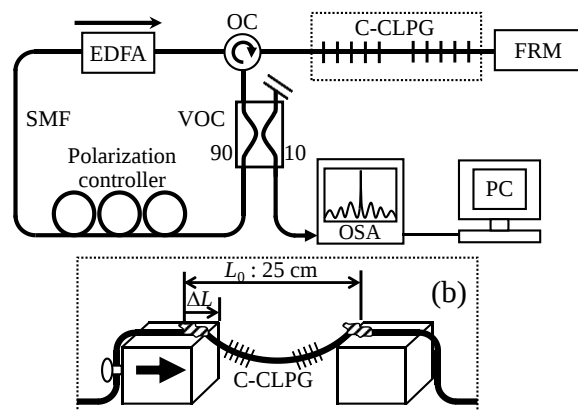


Fig. 1. Experimental setup of EDF σ L.

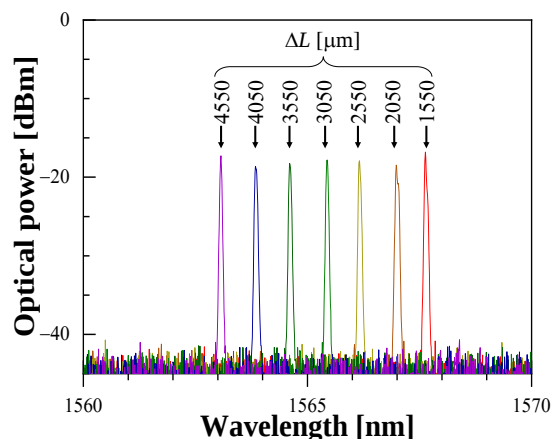


Fig. 2. Oscillation spectra with different displacement.

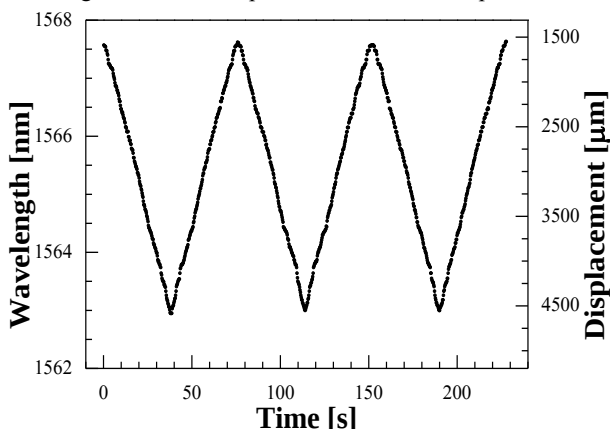


Fig. 3. Oscillation wavelength shift during dynamic displacement change; ΔL : 1550 ~ 4550 μm .

参考文献

- [1] 福嶋 他: 第81回秋季応物予稿集, 8p-Z16-10 (2020).
- [2] 福嶋 他: 第82回秋季応物予稿集, 13p-N103-9 (2021).
- [3] 福嶋 他: 第68回春季応物予稿集, 19p-Z05-4 (2021).