

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 σ 型 EDF レーザのひずみ・屈曲センシング

Strain and bending sensing by using EDF sigma laser with cascaded-chirped long period fiber grating

防衛大¹, 島根大² [○]福嶋 匡謙¹, アヌシット プアロート¹, 山口 孝介¹, マヌエル グテレス ソアレス¹, 仲矢 光希¹, 和田 篤¹, 田中 哲¹, 伊藤 文彦²
National Defense Academy¹, Shimane University² [○]Koken Fukushima¹, Anuchit Bualoet¹, Kousuke Yamaguchi¹,

Manuel Guterres Soares¹, Koki Nakaya¹, Atsushi Wada¹, Satoshi Tanaka¹, Fumihiko Ito²

E-mail: em57006@nda.ac.jp

【はじめに】これまで我々は、特殊な光ファイバグレーティング素子として、2つのチャープ長周期光ファイバグレーティング (CLPG) を縦続に接続した C-CLPG を作製し、センサへの応用を検討してきた。前回、光サーキュレータ (OC)、ファラデー回転鏡 (FRM)、C-CLPG ならびにエルビウム添加光ファイバ増幅器 (EDFA) を用いて σ 型共振器レーザ (EDF σ L) を構成し、その発振波長が C-CLPG のチャネルスペクトルの温度依存性を反映して温度変化に対して線形応答を示すことを報告した[1]。本研究では、同様の構成で、ひずみおよび屈曲応答を調べ、これらのセンシングへの応用について検討した。

【実験および結果】Fig. 1 にひずみおよび屈曲センシングのための実験系を示す。Fig. 1(c)に示すように、センサ部に使用する C-CLPG は、OC と FRM の間に配置される。ここで、FRM を用いることにより、センサ部に加わる外力による偏波変動を抑圧し、安定した発振動作が期待される。また、発振出力は分岐比可変カプラ (VOC) から取り出され、光スペクトラムアナライザで測定した。

ひずみおよび屈曲センシングの実証実験においては、C-CLPG の両端をたるみなく初期間隔 25 cm で移動ステージに設置し、Fig. 1(a)のように、引張ひずみ (0 ~ 1000 μe) を 200 μe 毎に印加し、また、Fig. 1(b)のように、たるみを与えて屈曲を印加させた (ステージの移動量: 0 ~ 6000 μm)。

Fig. 2 に発振波長のひずみ応答を示す。ひずみに対して線形な応答が得られ、感度は ~ 0.7 pm/ μe であった。Fig. 3 に発振波長の屈曲応答を示す。CH1~CH3 は -30 dBm の閾値で抽出された発振波長である。発振は利得の高い 1563.13 ~ 1570.09 nm の範囲で得られ、これらは C-CLPG のチャネルスペクトルの周期性によって一定間隔の発振波長の折り返しを示した。また、この間隔で変化分を接続したものを合わせて示す (Unwrapped) [2]。図から、屈曲応答においては、変位量に対して非線形な応答を示しており、移動量 (たるみ) の増大にともなって感度が低下することがわかる。

【おわりに】本研究では、C-CLPG を用いた EDF σ L を構成し、C-CLPG のひずみおよび屈曲センサへの応用を検討した。実証実験を行った結果、ひずみ、屈曲のいずれも再現性のある応答特性を示し、力学的なセンサとして応用可能と考えられる。しかしながら、屈曲については屈曲を加えたステージの移動量に対して非線形な応答を示し、屈曲の指標となるパラメータや屈曲の印加方法についてもさらに検討が必要と考えられる。

参考文献

- [1] 福嶋 他: 第81回秋季応物予稿集, 8p-Z16-10, 2020.
- [2] K. Fukushima et al.: Opt. Express, vol. 28, no. 9, pp.13081-13090, 2020.

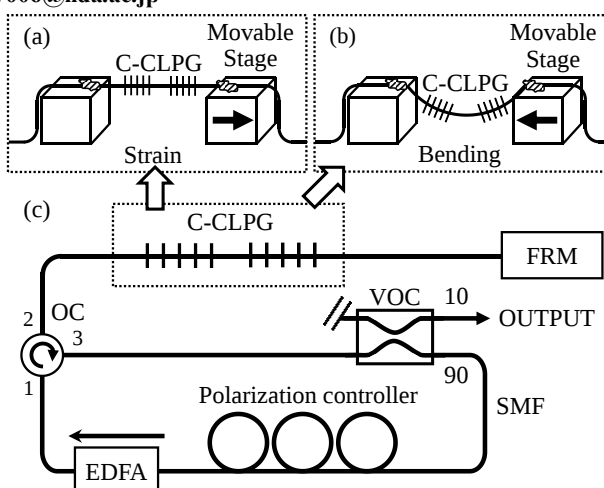


Fig.1. Experimental setup of EDF σ L for investigating strain (a) and bending (b).

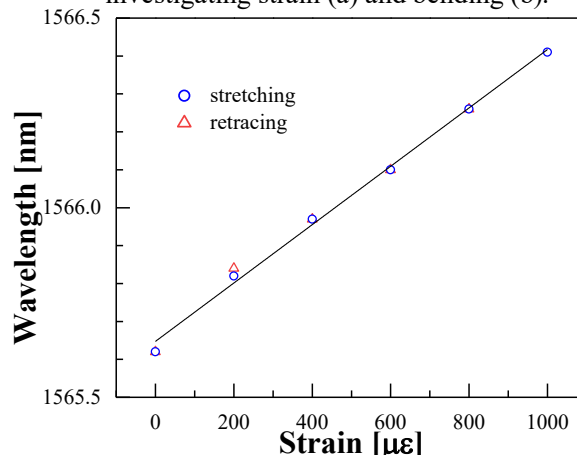


Fig.2. Oscillation wavelength vs. strain; stretching (○), retracing (Δ).

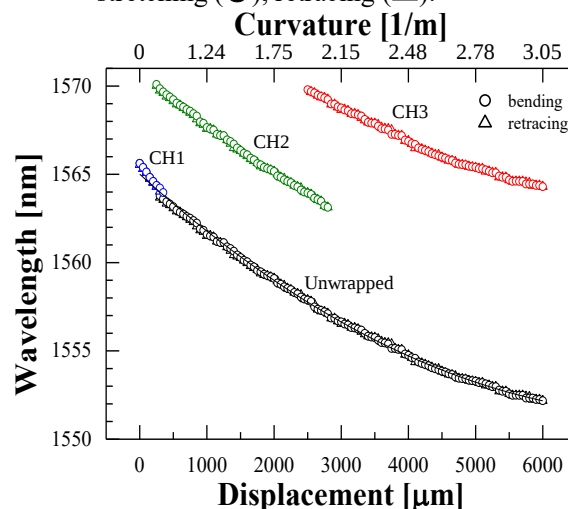


Fig.3. Oscillation wavelength vs. bending; bending (○), retracing (Δ).