

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 レーザの発振動作

Lasing operation of EDF ring laser based on σ -type resonator with cascaded-chirped long period fiber grating

防衛大¹, 島根大² ◯福嶋 匡謙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, 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) を作製し、これらのセンサへの応用を検討してきた。前回、センシングの高速化と分解能向上を念頭に C-CLPG を波長選択素子、エルビウム添加光ファイバ増幅器 (EDFA) を利得媒質とした EDF リングレーザ (EDFRL) を構成し温度計測の実証実験を行って、発振波長が C-CLPG の温度依存性を反映して線形に変化 ($\sim -0.2 \text{ nm}/^\circ\text{C}$) することを示し、温度計測へ応用可能なことを示した[1]。本研究では、より実用的なセンサの実現を念頭に、光サーキュレータ (OC) とファラデー回転子ミラー (FRM) を用いて σ 型の EDFRL を構成し、その発振動作について調べた。

【実験および結果】Fig.1 に本研究で試作したレーザの構成を示す。通常の EDFRL に OC, C-CLPG, FRM を付加することによって σ 型の EDFRL が構成されており、波長選択素子として用いる C-CLPG がセンサとして機能する[1,2]。また、この構成により、センサ部をリングレーザの主ループと分離することでより実用的な配置が可能、FRM を用いてセンサ部を往復する光波の偏波変動の影響を抑圧し発振動作の安定化が可能、といったセンシング応用上の有利な特長が得られる。Fig.2 に OC を介して測定したセンサ部の反射スペクトル (赤線) と発振スペクトルの典型例 (黒線) を示す。実験では、C-CLPG を格子周期 (Λ): 300 ~ 304 μm , カスケード間隔 (D): 100 mm で作製し、1555 ~ 1580 nm の波長範囲で間隔 ($\Delta\lambda_{\text{fringe}}$): 5.36 ~ 5.67 nm の周期的なチャンネルスペクトルを得た。また、レーザ発振はこのチャンネルスペクトルの極大値の波長で得られる。Fig.3 にセンサ部のチャンネルスペクトルのピーク波長とレーザの発振波長の温度依存性を測定した結果を示す。なお、発振波長については発振出力が -30 dBm 以上のものを抽出した。図において、チャンネルスペクトルのピーク波長は、C-CLPG の温度依存性を反映して線形にシフトし、温度に対する波長シフト感度は $\sim -0.2 \text{ nm}/^\circ\text{C}$ である。また、レーザの利得特性とチャンネルスペクトルの周期性によって、レーザの発振波長は波長範囲 1563.77 ~ 1569.80 nm の間で鋸歯状の変化をしていることがわかる。

【おわりに】本研究では、センサへの応用を念頭に OC, C-CLPG, FRM を用いて、 σ 型 EDFRL を構成し、その発振動作について調べた。この構成では、センサ部として機能する C-CLPG をリングレーザの主ループと分離し、さらに、センサ部における偏波変動の影響を FRM を用いて抑圧することができるため、より実用的なセンサ応用が期待される。講演では、この他の発振特性について調べた結果についても報告の予定である。

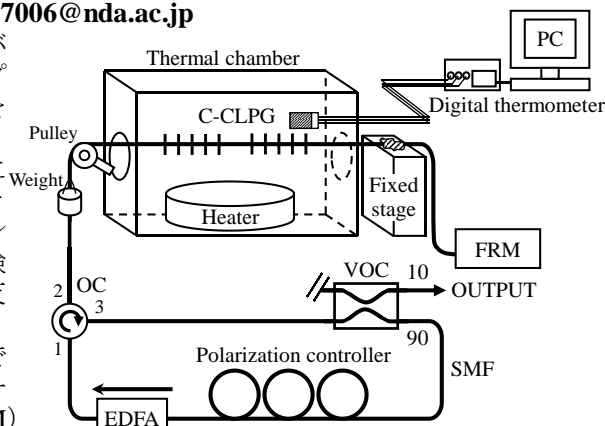


Fig.1. Experimental setup for the EDF laser devised.

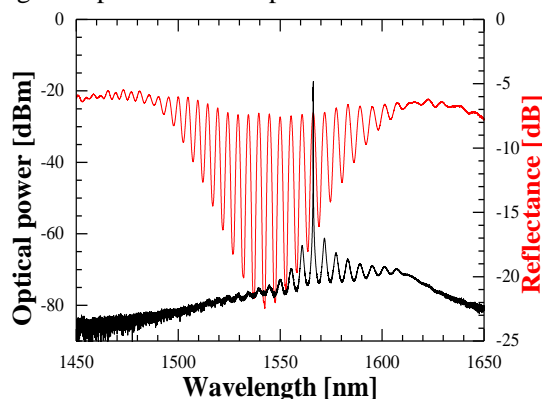


Fig.2. Typical oscillation spectrum of the EDF laser (black line) and reflection spectrum channeled spectrum of a C-CLPG with FRM (red line).

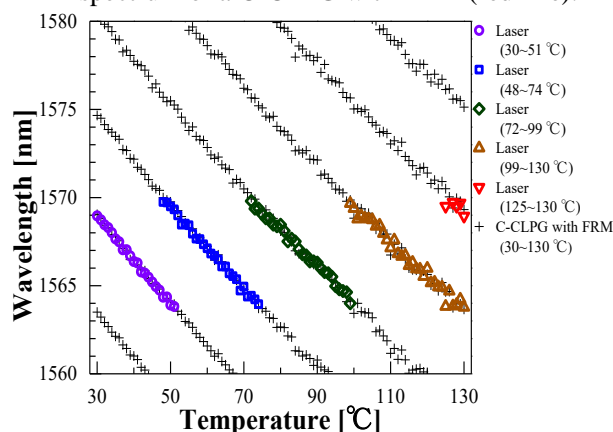


Fig.3. Oscillation peak-wavelengths of the EDF laser (colored plots) and peak-wavelengths of reflection channeled spectrum of a C-CLPG with FRM (black cross plots).

参考文献

- [1] 福嶋 他: 第80回秋季応物予稿集, 20p-PA6-12, 2019.
- [2] K. Fukushima et al.: Opt. Express, vol. 28, no. 9, pp. 13081-13090, 2020.