

シグマ型ファイバリングレーザを用いたファイバブラッグ グレーティングのひずみ計測の基礎検討

Fundamental Experiment for Strain Measurement of Fiber Bragg Gratings Using Sigma-type Fiber Ring Laser

○松田裕貴¹, 川島裕人¹, 山口達也², 篠田之孝²

*Hiroki Matsuda¹, Hiroto Kawashima¹, Tatsuya Yamaguchi², Yukitaka shinoda²

Abstract: The purpose of this study is to develop a multipoint and high-speed fiber Bragg grating (FBG) sensing system. In this paper, we develop a sigma-type ring laser incorporating FBGs. This laser has the specific capability to selectively detect certain FBGs by controlling the operating frequency of the wavelength filter.

近年, 社会インフラの保守・監視等に対する需要が高まっており, 光ファイバセンサであるファイバブラッググレーティング (FBG) が注目されている^[1]. 本研究の目的は FBG を用いて多点かつ高速なひずみ測定を実現することである^{[2][3]}. 本文では, FBG を組み込んだシグマ型ファイバリングレーザを開発し, 波長フィルタの動作周波数を制御することにより, 特定の FBG のみを選択的に検出できることを示した.

Fig. 1 は実験装置である. シグマ型ファイバリングレーザには半導体光増幅器及び波長フィルタを挿入している. さらに, 二つの FBG (ブラッグ波長 1550, 1560nm) センサを光サーキュレータを介してレーザ内に設置している. 波長フィルタは駆動周波数 f_m とした正弦波信号で制御し, 中心波長が 1555nm, 掃引帯域が 20nm で動作する. リングレーザでは共振器内の光の周回時間と波長フィルタの駆動周波数を一致させることにより, レーザ発振に至る現象が知られている. ここで, FBG はミラーとしての機能を持つため, レーザ内の異なる距離の 2 箇所に設置することにより, 反射波長により, 周回時間が異なることから, 2 つの駆動周波数 ($f_m=49.8, 48.9\text{kHz}$) が存在することになる.

Fig. 2 (a),(b)は各々 $f_m=49.8, 48.9\text{kHz}$ で駆動したときのレーザの光出力の時間波形の結果である. Fig. 2 (a)では前方に設置した FBG₁ のみの光スペクトルが観測されている. 一方 Fig. 2 (b)では後方の FBG₂ のみの光スペクトルが観測されている. また, FBG₂ ではひずみ $\Delta\epsilon_2$ の印加による光スペクトルの変化が検出できている. 以上のことから, FBG を組み込んだシグマ型ファイバリングレーザが特定の距離の FBG を選択的に検出できる機能を持つことを明らかにした.

謝辞

この研究の一部は, 科研費若手研究 20K14754, 及び日本大学理工学部研究助成金の援助を受けて行われた.

参考文献

- [1] A. D. Kersey et al., "Fiber Grating Sensors," *J. Lightw. Technol.*, Vol. 15, No. 8, pp. 1442–1463, 1997.
- [2] T. Yamaguchi, W. Endo, and Y. Shinoda, "High-Speed Interrogation System for Fiber Bragg Gratings With Buffered Fourier Domain Mode-Locked Laser", *IEEE Sensors J.*, Vol. 21, No. 15, pp. 16659–16669, 2021.
- [3] 松田裕貴 他:「シグマ型ファイバリングレーザを用いたファイバブラッググレーティング計測の基礎検討」, 令和5年電気学会基礎・材料・共通部門大会, 7-P2-E-5, 2023.

1 : 日大理工・院 (前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

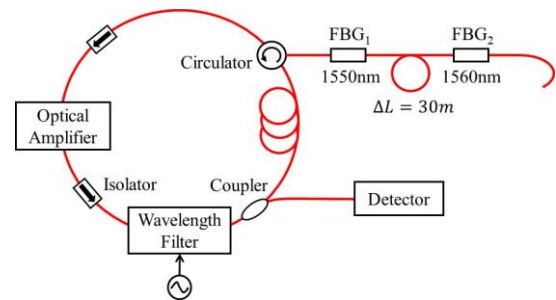
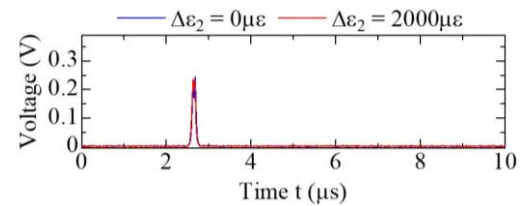
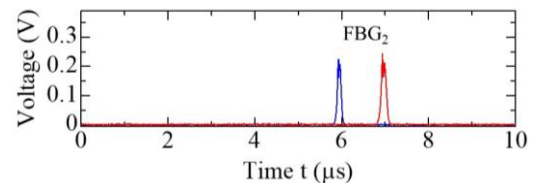


Figure 1. Experimental setup



(a) $f_m=49.8\text{kHz}$



(b) $f_m=48.9\text{kHz}$

Figure 2. Reflection signals when strain was applied to FBG₂