

シグマ型ファイバリングレーザにおける掃引周波数制御を用いた
距離の異なるファイブラッググレーティングの多点高速計測の基礎検討
Fundamental Study on High-Speed Multipoint Measurement of Fiber Bragg Gratings
at Different Distances Using Sweep Frequency Control in Sigma-Type Fiber-Ring Laser

○永喜多真佳¹, 山口達也², 篠田之孝²

*Manaka Nagakita¹, Tatsuya Yamaguchi², Yukitaka Shinoda²

The purpose of this study is to develop a method for high-speed and multi-point measurement using fiber Bragg gratings (FBGs). We demonstrate that selective interrogation of identical-wavelength FBGs located at different distances can be achieved by controlling the sweep frequency of a sigma-type fiber-ring laser.

光ファイバセンサであるファイブラッググレーティング (FBG) は、高耐久性と高感度を有し、過酷な環境下でも動作することから、社会インフラの維持管理など幅広い分野で注目されている^[1]。本研究の目的は、FBG を用いた高速多点計測手法の開発である^[2]。本文では 4 光路のシグマ型ファイバリングレーザ^[3]を用い、距離の異なる位置に複数の FBG を配置した場合の出力測定結果を報告する。

Fig. 1 に実験装置を示す。本装置は半導体光増幅器と波長可変フィルタを用いたリング共振器型であり、中心波長 1540 nm、掃引帯域 30 nm で駆動した。共振器内には A 点、B 点、C 点の 3 箇所の異なる距離に、4 波長の FBG を計 8 個配置した。リングレーザは、周回時間 τ_r とフィルタの掃引周波数 f_m が一致したときに発振する特性を有する。したがって、本実験では各点の周回時間 τ_{rA} , τ_{rB} , τ_{rC} に対応する掃引周波数 f_{mA} , f_{mB} , f_{mC} に切り替えることで、異なる距離に配置された同一波長の FBG を選択的に検出できる。

Fig. 2(a), (b), (c)に、掃引周波数を A 点 ($f_{mA} = 49.8$ kHz), B 点 ($f_{mB} = 49.2$ kHz), C 点 ($f_{mC} = 48.7$ kHz) に切り替えた際の光スペクトルを示す。各周波数において、距離の異なる FBG が選択的に検出されている。以上の結果から、掃引周波数制御により距離の異なる同一波長の FBG の選択的観測が可能であることを示した。さらに、掃引周波数 f_m は約 50 kHz で駆動しており、計測周期 $T_m (= 1/f_m)$ は約 20 μ s となるため、高速計測が可能であることを確認した。

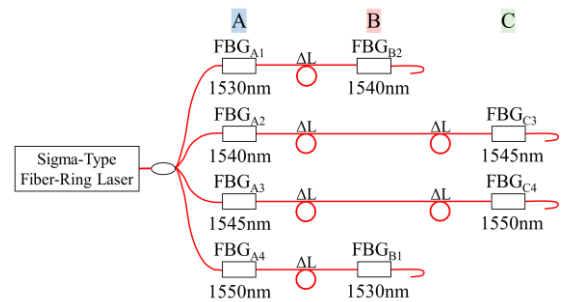


Figure 1. Experimental system

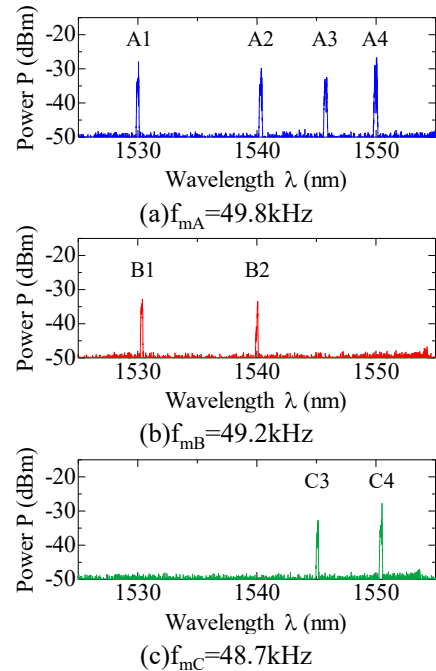


Figure 2. Results of optical spectrum analyzer

謝辞

この研究の一部は、科研費若手研究 20K14754, 24K17288 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., J. Lightw. Technol., 15(8), 1442–1463, 1997.
- [2] T. Yamaguchi et al., IEEE Sensors J., 21(15), 16659–16669, 2021.
- [3] 永喜多真佳他：電気学会 光応用・視覚/計測合同研究会, LAV-25-001/IM-25-001, 2025