

ファブリ・ペロー型ファイバブラッググレーティングを用いた  
リングレーザによる振動計測の基礎実験

Fundamental Study on Vibration Measurement Using Ring Laser with Fabry-Perot Fiber Bragg Grating

○加藤桂悟<sup>1</sup>, 山口達也<sup>2</sup>, 篠田之孝<sup>2</sup>

\*Keigo Kato<sup>1</sup>, Tatsuya Yamaguchi<sup>2</sup>, Yukitaka Shinoda<sup>2</sup>

The purpose of this research is to develop a highly sensitive vibration measurement system based on fiber Bragg gratings (FBGs). We demonstrated that vibration measurement can be achieved using a Fabry-Perot fiber Bragg grating (FP-FBG) combined with a ring laser. The system achieved a standard deviation of approximately 1.4 pm.

近年、老朽化が進行する社会インフラの健全性把握に向けて、光ファイバセンサの一種であるファイバブラッググレーティング (FBG) の活用が注目を集めている<sup>[1]</sup>。本研究ではファブリ・ペロー型 FBG (FP-FBG)<sup>[2]</sup>を振動センサとして応用し、高分解能な振動計測システムの構築を目指している<sup>[3]</sup>。本稿は、リングレーザと FP-FBG を組み合わせた振動計測システムを構築し、振動計測を行った報告である。

Fig. 1 に実験装置の構成を示す。構築したリングレーザは、半導体光増幅器 (SOA), 光アイソレータ, FBG, および FP-FBG (半値幅 : 35.4pm) で構成される。FP-FBG は共振器構造により光スペクトルを狭帯域化する役割を担い、FBG は不要な背景光を除去する機能をもつ。レーザ出力は 3×3 の不等光路型マッハ・ツェンダ干渉計 (MZI) に入射され、MZI により光干渉を通じてレーザの波長変化が位相変化に変換される。干渉信号はサンプリング周波数 100 kHz, 分解能 16 bit の ADC で観測される。振動が加わると、FP-FBG の狭帯域光スペクトルが波長シフトを生じ、その結果として干渉信号に位相変化が現れる。

Fig. 2 に片持ち梁の振動により生じた干渉信号の位相変化から算出した波長変化を示す。リングレーザの光スペクトルの半値幅は 22 pm と狭帯域化されている。本レーザは FP-FBG を用いることで片持ち梁の振動減衰を検出できている。振動による波長変化のピーク・ツー・ピーク値は 0.37nm, 振動無印加時の標準偏差は 1.4 pm (1 με 相当) であった。今後はさらなる高分解能化を図り、計測精度の向上を検討する。

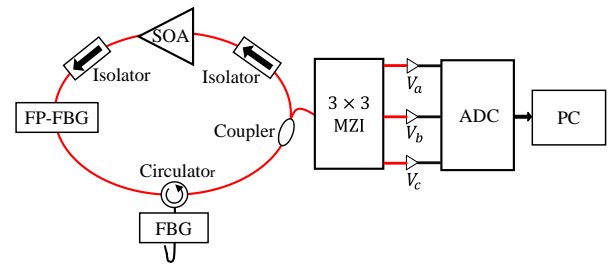


Figure1. Experimental setup

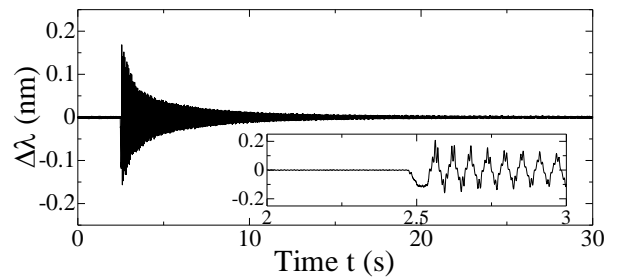


Figure2. Results of vibration measurement

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 : “Fiber Grating Sensors”, J. Light. Technol, Vol. 15, No. 8, pp. 1442-1463 (1997)
- [2] T. Yoshino et al. : “Fiber-Bragg-Grating Based Single Axial Mode Fabry-Perot Interferometer and Its Strain and Acceleration Sensing Applications”, J. Light. Technol, Vol. 34, No. 9, pp. 2241-2250 (2016).
- [3] 加藤桂悟 他 : 「ファブリ・ペロー型ファイバブラッググレーティングの光出力測定の実験」, 令和7年電気学会基礎・材料・共通部門大会, 3-P1-46, 2025

1 : 日大理工・院 (前) ・電気 2 : 日大理工・教員・電気