

広帯域波長掃引レーザの順掃引を用いたファイバブラッググレーティングによる振動測定の検討

Fundamental Experiment for Vibration Measurement by Fiber Bragg Gratings Utilizing Forward-Scan of Broadband Wavelength-Swept Laser

○久世卓朗¹, 中本瑛¹, 山口達也², 篠田之孝²*Takuro Kuze¹, Akira Nakamoto¹, Tatsuya Yamaguchi², Yukitaka Shinoda²

Abstract: We develop a broadband wavelength-swept laser with sweep bandwidth of 120 nm. This paper shows vibration measurement of fiber Bragg gratings (FBGs) utilizing forward-scan of the broadband wavelength-swept laser.

光ファイバセンサのファイバブラッググレーティング (FBG) は防爆性や耐腐食性に優れており、例えば、パイプラインやダムなど、長期の保守・点検が必要になる社会インフラの監視用途として注目されている^[1]。これまでに筆者らは、FBGを高速に計測するため、波長掃引レーザを用い、時間分解能 $4.9\mu\text{s}$ の計測システムを開発している^[2]。本文では、広帯域波長掃引レーザ (BSL) を用いてセンサの高密度化を図るとともに、FBGによる振動測定を行った。

Fig. 1はFBGの実験装置である。BSLは増幅波長域の異なる複数の光増幅器を用いて構築している^{[3],[4]}。BSLは掃引帯域 $\Delta\lambda=120\text{nm}$ (中心波長 1544nm)、掃引周期 $T_m=19.7\mu\text{s}$ で動作させ、短波長から長波長の掃引 (順掃引) のみを光スイッチで抽出している。FBGの特性はブラッグ波長が 1540nm , 1560nm 、反射率が約80%、半値幅が約 0.2nm である。Fig.2はFBGの反射信号の結果あり、ブラッグ波長の異なる2つのFBGの反射信号を検出できている。そこで、予め計測したBSLの波長掃引特性をもとに、FBGの反射信号の検出時間から反射波長を換算した。振動測定はFBG₁に圧電振動子を取り付け、周波数 4kHz で振動させた。Fig.3はFBG₁の反射波長測定の結果であり、圧電振動子の振動による反射波長の変化が検出できている。振動を印加していないFBG₂の反射波長の標準偏差は 7pm 未満であった。本実験では掃引帯域 120nm のBSLを掃引周期 $T_m=19.7\mu\text{s}$ で動作させることで、反射波長測定における時間分解能 $19.7\mu\text{s}$ が得られている。

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。

1: 日大理工・院 (前)・電気 2: 日大理工・教員・電気

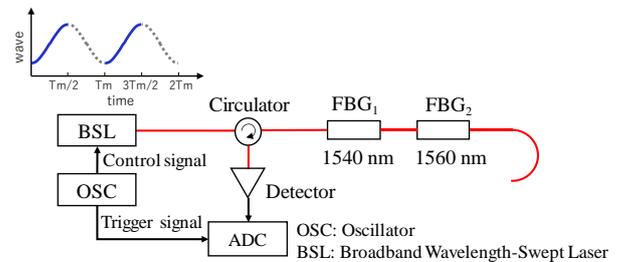


Figure 1. Experimental setup for FBG measurement.

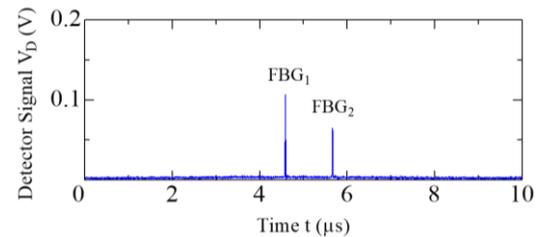
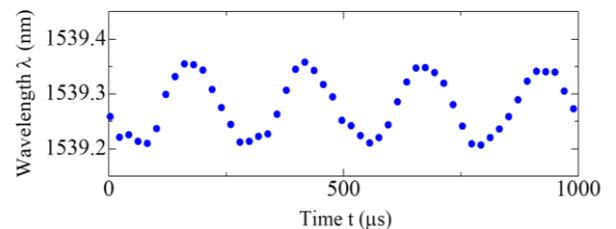


Figure 2. Reflection signals of FBGs.

Figure 3. Vibration measurement with FBG₁.

参考文献

- [1] Q. Liu *et al.*: “An integrated design of ultra-high-speed FBG interrogation system-based on FDML laser”, *IEEE Photon Technol Lett*, Vol. 32, No. 19, pp. 1245–1248, 2020.
- [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] 山口達也, 中本瑛, 篠田之孝: “広帯域波長掃引レーザを用いたファイバブラッググレーティングによる振動測定”, 電気学会光応用・視覚研究会, LAV-21-011, 2021.
- [4] 久世卓朗, 中本瑛, 山口達也, 篠田之孝: “広帯域波長掃引レーザを用いたファイバブラッググレーティングの反射光測定の検討”, 第38回センシングフォーラム, 1P1-9, 2021.