

L-62

光周波数掃引を用いたファイバブラッググレーティングの反射スペクトルのモニタリング

Monitoring of Reflected Spectrum of Fiber Bragg Gratings using Optical Frequency Domain Reflectometry

篠田之孝¹, ○山田真史², 新井隆史², 肥後尚志¹

Yukitaka Shinoda¹, *Masafumi Yamada², Takashi Arai², Takashi Higo¹

Abstract: We constructed monitoring system of the reflected spectrum of fiber Bragg gratings (FBGs) using Optical Frequency Domain Reflectometry (OFDR). This paper shows that our monitoring system is able to measure the reflected spectra of multiplexed FBGs in real time.

1. はじめに

本研究の目的はビルや橋梁などの人工構造物や危険区域等の健全度を把握するためのファイバブラッググレーティング(FBG)を用いた構造ヘルスマニタリングシステムの構築である^[1]. FBG は光ファイバのコアに屈折率変化を書き込んだ光学素子であり, 特定の波長 (ブラッグ波長) のみを反射する. 長さ方向のひずみの印加により FBG は反射する波長が長波長側に変化する特性がある. 本文は構築した反射スペクトルのモニタリングシステムにより, 多点化したFBG の反射スペクトルの実時間測定を行った報告である^[2].

2. FBG の多点化

図 1 は FBG の多点化の概念図である. 各チャンネルはファイバの長さ方向には同一ブラッグ波長の FBG を多点化し, 光カップラで分岐したファイバ毎に異なるブラッグ波長の FBG を設置する. このとき, ブラッグ波長の異なる FBG は等しい距離に設置する. 等距離に設置することにより, ブラッグ波長が異なる FBG の反射スペクトルを同時に測定することができ, 信号処理の高速化が行える. 多重化したチャンネルは光スイッチを用いて順次切り換えることにより, FBG を多点化した各チャンネルが測定される.

3. 実験装置

図 2 は波長可変レーザ TL, 参照用及び測定用干渉計からなる実験装置の構成である. 光源である TL の光は光ファイバを伝搬し, 光カップラにより参照用及び測定用干渉計に入射する. 参照用干渉計は 2 つの FRM(Faraday Rotator Mirror)から構成されており, ファイバ長の差 (以下, 距離と記す) ΔL_r の不等光路型マイケルソン干渉計である. 測定用干渉計は一方の光路が FRM_m, 他方の光路が光 MEMS スイッチ(OMSW)に接続された 3 つの測定チャンネルから構成されている. 各測定チャンネルは低反射率の FBG を用いて, FBG の多点化を行っている. チャンネル A はブラッグ波長 $\lambda_{B1}=1550\text{nm}$ の $\text{FBG}_{A1i}(i=1\sim 3)$ と $\lambda_{B3}=1555\text{nm}$ の $\text{FBG}_{A3i}(i=1\sim 3)$ が等距離 ΔL_i ($i=1\sim 3$) に設置されている. チャンネル B, C は各々ブラッグ波長 $\lambda_{B2}=1552.5\text{nm}$ の $\text{FBG}_{B2k}(k=1\sim 5)$, $\lambda_{B1}=1550\text{nm}$ の $\text{FBG}_{C1k}(k=1\sim 5)$ が設置されている. また, ひずみを印加するためにステージ 1, 2, 3 を各々 FBG_{A31} , FBG_{A33} , $\text{FBG}_{C1k}(k=1\sim 5)$ に取り付けた.

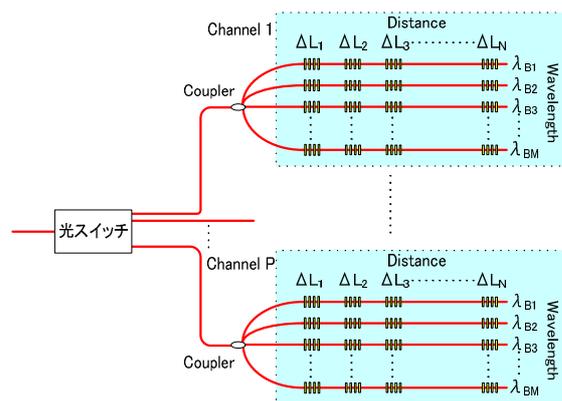


Figure 1. Configuration of multiplexed FBGs

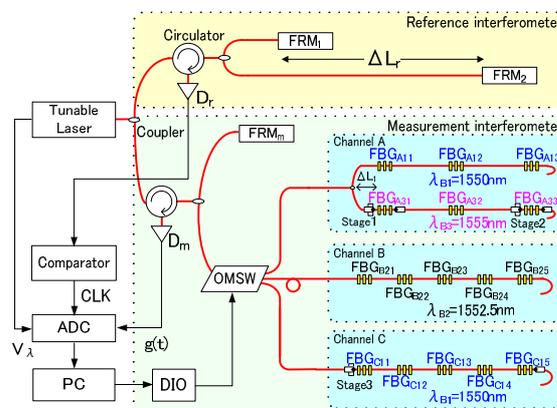


Figure 2. Experimental setup

1 : 日大理工・教員・電気 2 : 日大理工・院 (前)・電気

実験は TL の波長 λ を 1548~1558nm の範囲を掃引時間 1s で直線状に掃引し、繰り返し周期 T_c を 2s とした。OMSW はデジタル出力(DIO) を用いて波長掃引の周期毎に測定チャンネルを切り換えた。

4. 実験結果

図 3 はチャンネル A の FBG の反射スペクトルの測定結果である。等距離に設置したブラッグ波長 1550nm, 1555nm の FBG の反射スペクトルが同時に測定できている。ブラッグ波長の異なる FBG を等距離に設置することにより、複数の FBG の反射スペクトルを同時に測定することができている。また、同一ブラッグ波長の FBG の反射スペクトルが距離毎に得られている。このことから同一ブラッグ波長の FBG と異なるブラッグ波長の FBG の多点測定が行えていることがわかる。FBG_{A31} にはひずみを印加しているため、反射スペクトルが長波長側にシフトしている。

図 4 はチャンネル A の多点化した FBG の反射スペクトルの実時間測定の結果である。OMSW をチャンネル A に固定し、等距離に設置した FBG_{A11}, FBG_{A31} の反射スペクトルが 2s 毎に同時に得られている。FBG_{A31} はステージ 1 により、ひずみを増加しているとき、反射スペクトルが長波長側にシフトがしている。ひずみを印加していない FBG_{A11} の反射スペクトルはほぼ一定となっている。

図 5 は実時間測定システムのモニタ画面である。測定チャンネルは OMSW により 2s 毎に順次切り換えた。図の左上段は TL の波長モニタ出力であり、図の右側の上段から測定しているチャンネルの反射スペクトル、チャンネル A, B, C の反射スペクトルを表示している。測定チャンネルを 2s 毎に切り換えているため、各チャンネルでは 6s 毎に測定ができています。

5. まとめ

多点化した FBG の測定チャンネルを多重化し、FBG の反射スペクトルを実時間で表示できるシステムを構築した。構築したシステムが測定チャンネルを 2s 毎に切り換え、多点化した FBG の反射スペクトルを実時間で測定できることを示した。

謝辞：本研究の一部は日本大学理工学部プロジェクト研究（平成 22 年）の助成を受けた。

参考文献

- [1] J.M.Lopez-Higuera ed., Handbook of Optical Fiber Sensing Technology, Wiley(2002)
- [2] 篠田, 山田, 新井, 肥後：平成 23 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, p65(2011)

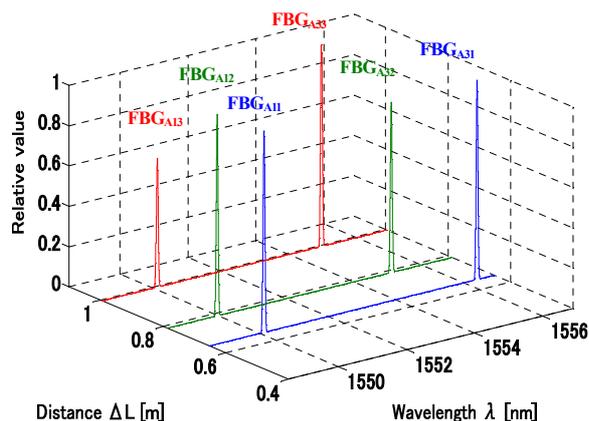


Figure 3. Results of reflection spectrum for channel A

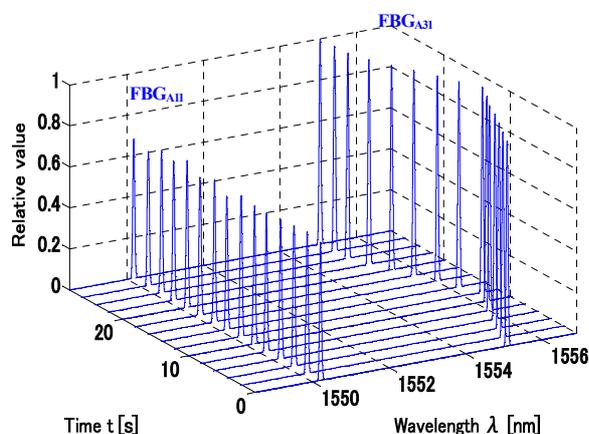


Figure 4. Results of reflection spectrum for channel A in time series

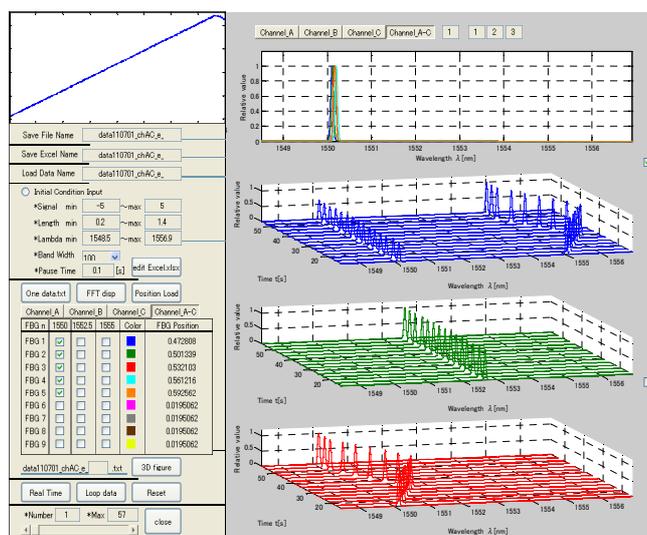


Figure 5. Monitoring screenshot