L-68

光ファイバリング共振器を用いた波長掃引光源の基礎実験

Fundamental Experiment of Tunable Laser using Optical Fiber Ring Resonator

○野口歩[1]，山口達也[2]，篠田之孝[3]
*Ayumu Noguchi[1], Tatsuya Yamaguchi[2], Yukitaka Shinoda[3]

Abstract: The objective of this research is to construct a structural health monitoring system that uses fiber Bragg gratings (FBGs) to determine the health of structures. We are planning to develop a tunable laser that is capable of sweeping with broad-band for the purpose of measuring a multipoint FBG. We developed the tunable laser using optical fiber ring resonator, and it can lase at 1.55 μm-band. This paper describes the results of measuring the output characteristics from the tunable laser.

１．はじめに

本研究は橋梁やダム等の人工構造物並びに岩盤崩落等の危険区域の安全対策のため，光ファイバ型センサのファイバブラッググレーティング(FBG)を用いた振動測定システムの開発を目的にしている[1]．筆者らは波長掃引光源の広帯域化による FBG の多点化を図るため，波長可変光フィルタを用いた光ファイバリング共振器による波長掃引光源を試作した[2], [3]．本文は波長掃引光源の掃引周波数と掃引波長の帯域に対する光出力の測定を行った基礎実験の報告である．

２．実験装置

2.1 波長掃引光源を用いた FBG の測定システムの構成

図１は波長掃引光源を用いた FBG の反射波長測定システムの基本構成である．FBG の反射波長測定は波長掃引光源を用いて，波長の掃引毎に各 FBG からの反射光を検出することで行う．ここで，FBG を用いた多点測定を行う場合は異なるブラッグ波長 λ_B の FBG を光ファイバの長さ方向に設置することで行う．そのため，FBG のセンサ数の増加に伴い，光源の波長掃引を広帯域化する必要がある．

2.2 波長掃引光源の構成

図２が試作した波長掃引光源 TL の構成である．TL は半導体光増幅器 SOA，ファイバ・ファブリペロー・チューナブル・フィルタ FFP-TF，２つの光アイソレータ，出力のための光カップラを光ファイバリング共振器に挿入し構成した．光アイソレータはリング共振器内の光の周回方向を一方向にしている．波長の掃引は発振器 OSC の制御信号を用いて，FFP-TF の透過波長を可変することで行った．

実験は発振器 OSC の制御信号に掃引周波数 f_m の正

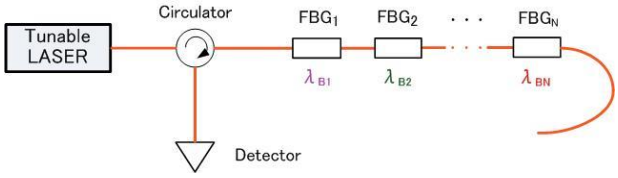

Figure 1. FBG reflection wavelength measurement system

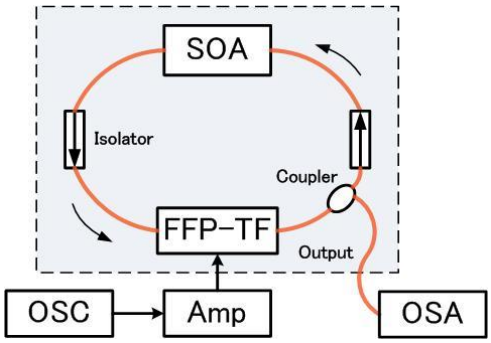

Figure 2. Tunable LASER

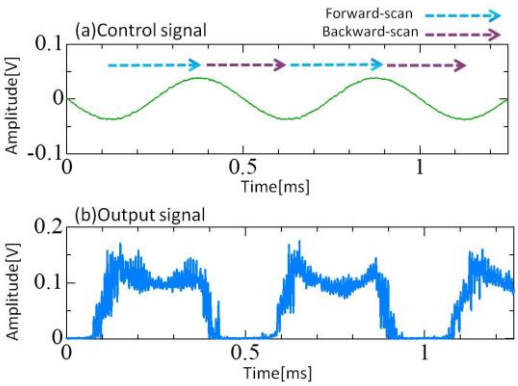

Figure 3. Results of control signal and output signal (f_m = 2 kHz, Δλ = 20 nm)

１：日大理工・学部・電気　２：日大理工・院（後）・電気　３：日大理工・教員・電気

弦波を用いて，TL の波長掃引を行った．TL の光出力は検出器を用いて時間波形を測定し，光スペクトラムアナライザ OSA を用いて掃引波長の測定を行った．

３．実験結果

3.1　TL の光出力の時間波形

先ず，TL の光出力の時間波形の測定を行った．測定は掃引周波数 f_m を 2kHz，掃引波長の帯域 Δλ を 20nm，40nm に設定して行った．図３が掃引波長の帯域を 20nm とした光出力の測定の結果であり，図３(a)が OSC の制御信号である正弦波波形，図３(b)が TL の検出器の出力信号である．TL は OSC の制御信号により，短波長から長波長の掃引(順掃引)と長波長から短波長の掃引(逆掃引)を行う．TL の光出力が順掃引領域において得られていることがわかる．また，図４は掃引波長の帯域を 40nm に拡大したときの結果であり，順掃引領域において光出力が得られている．

3.2　TL の掃引波長の帯域

TL の光出力を光スペクトラムアナライザを用いて測定した．図 5，図 6 は各々図 3，図 4 の測定条件のときの結果であり，TL の掃引波長が 1550 nm を中心波長とし，各々20nm，40nm の帯域の光出力が得られていることがわかる．

次に，図７は TL の掃引波長の帯域を 40nm，掃引周波数を 4kHz にしたときの掃引波長の結果である．波長の短い領域では光出力が得られているが，長い波長領域では光出力が得られていないことがわかる．これは TL のリング共振器内を周回する光と FFP-TF の掃引速度による問題と考えられる．

４．まとめ

光ファイバリング共振器を用いた波長掃引光源を試作し，光源の光出力の時間波形並びに掃引波長の帯域測定を行った．試作した波長掃引光源は掃引周波数 f_m を 2kHz としたとき，1550nm を中心波長とした 40nm の波長掃引が行えることを示した．

５．参考文献

[1] J.M.Lopez-Higuera *ed.*, *Handbook of Optical Fibre Sensing Technology*, Wiley (2002).

[2] R.Huber *et al*, “Amplified, frequency swept lasers for frequency domain reflectometry and OCT imaging: design and scaling principle”, Optics Express, Vol. 13, No.9 3513-3528 (2005)

[3] T.Yamaguchi, Y.Shinoda, “Development of fast FBG interrogator with wavelength-swept laser”, Proc. SPIE 9506, 95061F-1 (2015)

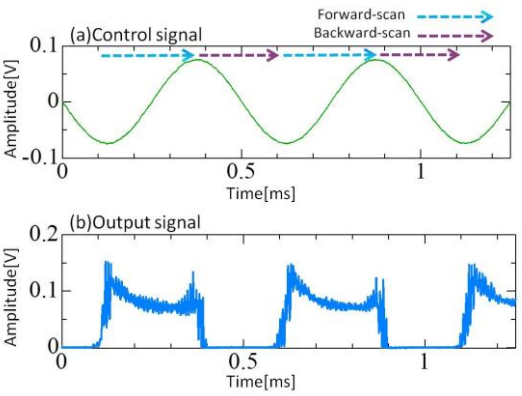

Figure 4. Results of control signal and output signal (f_m = 2 kHz, Δλ = 40 nm)

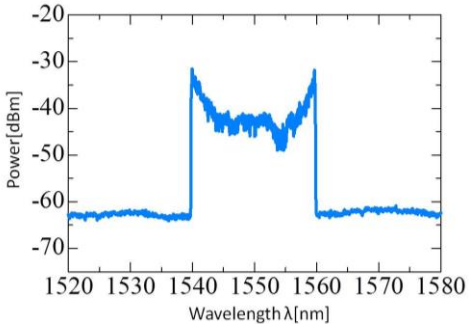

Figure 5. Result of output spectrum (f_m = 2 kHz, Δλ = 20 nm)

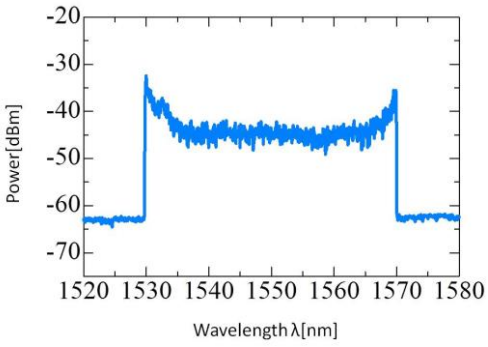

Figure 6. Result of output spectrum (f_m = 2 kHz, Δλ = 40 nm)

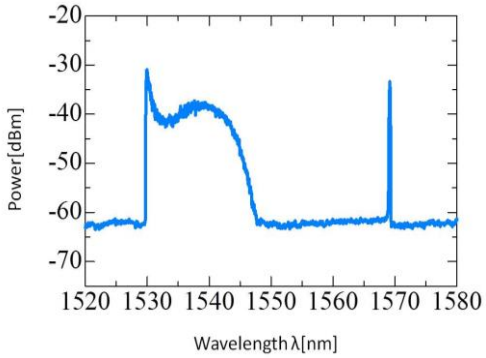

Figure 7. Result of output spectrum (f_m = 4 kHz, Δλ = 40 nm)