

波長掃引型 FBG-FPI 振動センサのための分布帰還型半導体レーザの波長変調特性の測定

Modulation characteristics of wavelength modulation of distributed feedback laser diode for FBG-FPI vibration sensor using wavelength sweep

防衛大, ○和田 篤, 井熊 佳祐, 田中 哲, 高橋 信明

National Defense Academy, Atsushi Wada, Keiskuke Ikuma, Satoshi Tanaka, and Nobuaki Takahashi

E-mail: a24wada@nda.ac.jp

これまで我々は、固体振動や水中音響などの計測を行うため、強度変調方式に基づいた各種 FBG センサの提示を行ってきた。この方式のセンサ感度は FBG の反射スペクトルの傾斜部分の傾きに依存し、高感度な計測のためには、傾斜が急峻であることが必要となる。FBG を用いたファブリ・ペロー干渉計 (FBG-FPI) の反射スペクトルは単一の FBG より急峻な傾きを持ち、計測の高感度化が可能である。一方、FBG-FPI の傾斜は線形と見なせる幅が狭く、強度変調方式で計測可能な測定量の範囲を制限する。FBG-FPI を活かした高感度な計測を実現し、かつ強度変調方式を越える広範囲な測定可能範囲を実現するため、我々が検討しているのは高速波長掃引によるセンシングである。

高速波長掃引によるセンシングの原理を図 1 に示す。まず、レーザ等の狭帯域光源からの光を FBG-FPI に入射させる。次に FBG-FPI の透過ピークをまたぐように波長を周期的に掃引する。ここで透過光強度を光検出器で観察すると、波長掃引と同周期で出現するピークを持つ時間信号が得られる。この状態で FBG-FPI にひずみが印加され、透過率スペクトルに波長シフトが生じると、時間信号内におけるピークの出現時間に遅延などのずれが生じる。ピークの出現時間の変化と透過率スペクトルの波長シフトは線形に対応しており、出現時間を読みとることで波長シフト量を知ることができる。波長掃引には分布帰還型半導体レーザ (DFB-LD) の注入電流変調を用いる。この方式は強度変調方式よりも計測可能範囲が広く、注入電流変調を高速に行えば高速な計測が可能である。

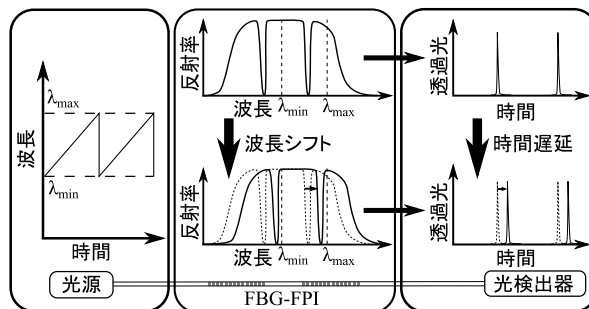


図 1: 波長掃引型 FBG-FPI 振動センサ

DFB-LD の注入電流を動的に変化させる場合、生じる発振波長の変化量は注入電流の変化量だけでなく、変化の速度にも依存する。変化の早い振動の計測を正確に行なうためには、注入電流の変化速度に対する波長変化の依存性を正確に把握する必要がある。そこで、DFB-LD の注入電流を正弦波状に変調した場合における波長変化量の周波数応答を測定した。FBG-FPI を波長参照用の素子として利用し、透過ピークの出現する時間間隔の変化から波長変化量を推定した。測定結果の例を図 2 に示す。発表では、1 MHz までの範囲で注入電流を変調した場合において得られる波長変調の振幅と位相の解析結果について報告する。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 23760379 の助成を受けたものである。

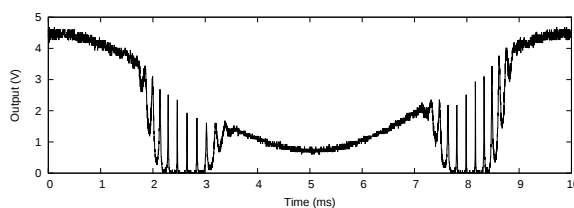


図 2: DFB-LD の注入電流を正弦波変調して得られた FBG-FPI の透過光強度