

低反射率 FBG-FPI 多点振動センサにおける時間遅延の補正

Time delay compensation for multipoint vibration sensing using Fabry-Perot interferometers consisting of low-reflective fiber Bragg gratings

防衛大, ○和田 篤、岡野 真人、田中 哲

National Defense Academy, ○Atsushi Wada, Makoto Okano, and Satoshi Tanaka

E-mail: a24wada@nda.ac.jp

光ファイバセンシング技術は、通常の電気式センサに比べ、細径、軽量、耐電磁干渉性などのさまざまな優位性を持つ。とりわけ、光ファイバブラッググレーティング (FBG) を用いたセンシングは、センシング部位の局在化が可能、構成が簡単、小型化が容易、といった特徴がある。

FBG を用いたセンシングの大きな魅力の一つは、同一ファイバ上に複数の FBG を設置する事により、一本のファイバだけで多点センシングが可能なことである。しかし、同時計測可能な点数と計測時間はトレードオフの関係にあり、従来の FBG 多点センサ方式では、音響や固体振動のような高速な計測が要求されるセンシングにおいて、計測可能な点数が制限を受ける。

我々は、低反射率の FBG を短い間隔を空けて書き込むことで構成したファブリペロー干渉計 (FBG-FPI) を用いた多点センシングを検討している。低反射率 FBG-FPI の反射スペクトルは FBG の反射帯域に渡って正弦波状の構造をもち、その周期は FBG 間の距離によって決まる。間隔の異なる低反射率 FBG-FPI を同一ファイバ上に複数書き込むと、ファイバ全体の反射スペクトルは各低反射率 FBG-FPI のスペクトルを加算したものとなる。この反射スペクトルをフーリエ変換すると、各低反射率 FBG-FPI のもつ正弦波構造の周期に対応したピークが出現する。これを利用して各低反射率 FBG-FPI の信号を分離し、センサに生じた変化を個別に検出することができる。

細かい構造を持つ反射スペクトルをより正確に測定するには、コヒーレンス長の長い波長可変光源を使う必要がある。一方、市販の波長可変光源において長いコヒーレンス長を有する物は波長の変化に時間を要するものが多く、測定時間が長くなってしまいう傾向にある。

低反射率 FBG-FPI の反射スペクトルの読み出し方法として我々が採用しているのは、電流変調した半導体レーザ LD を波長掃引光源として用いる手法である [1]。LD の注入電流を変調すると出力パワーだけでなく、発振波長もわずかに変化する。この現象によって実現できる波長の掃引範囲は狭いが、レーザ発振の線幅を細く保ちながら高速な掃引を行うことができ、高分解能で高速な反射スペクトルの測定が実現できる。

波長掃引が高速になると、1 m 程度のセンサ間距離によって生じる信号の時間遅延が問題となる。今回はこの時間遅延の問題に取り組み、低反射率 FBG-FPI を用いた測定時間 $1 \mu\text{s}$ の測定を達成したのでこれを報告する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K04190, JP21K0487 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] A. Wada, S. Tanaka, and N. Takahashi, "Partial scanning frequency division multiplexing for interrogation of low-reflective fiber Bragg grating-based sensor array," *Optical Review*, vol. 25, no. 5, pp. 615–624, Oct. 2017.