

光パルス相関測定法による 広域光ファイバセンサシステムの構築

都 築 寿 理

電子・光システム工学科

E-mail: 100220y@ugs.kochi-tech.ac.jp

1 概要

光ファイバは外部からの応力、また温度変化による熱膨張などの外部環境の変動により光路長が変化する。この変化から遠隔地点の外部環境の変化を逆算し応力や温度の変化をモニターし光ファイバセンサとして扱うことを目指す。

2 プロジェクト背景

光ファイバをセンサとして扱う利点は、ファイバなので従来のセンサでは設置できない場所や、センサが壊れてしまうような大きな衝撃にも耐えられ、遠隔からの監視が可能なことである。この特徴を活用して、過酷な環境での広域の温度や圧力の変化を遠隔監視する手法の確立が期待されている。

3 プロジェクト内容

本研究室で取り組んでいる光パルス相関法を用いて広域遠隔センシングの基本機能が確認可能な実験系を構築し性能を検証する。光相関測定のためには、短パルス光源(ML-LD)からの信号光を 2 分割し、片方を基準光パルス、もう片方を測定光パルスとして用いセンサとして扱う測定光ファイバに導入して、そのファイバ領域に熱、応力が加わる際の光パルスにタイミングのずれや波形変化を追跡する。

その後、再び合波することで基準光パルスと観測光パルスの相関関係を光学的に比較する。パルス同士の重なりが増すと非線形結晶では二倍高調波が多く発生する。この値を電気信号に変換し、数値化して比較することで変化した値を読み取る。この手法を構築し、どの程度の環境変動がモニターできるかを調べるのが本プロジェクトの目的である。

3.1 技術要素1:変動量の測定原理

本研究の測定法の基本システムの構成を図 1 に示す。2 分割した上の光パルスを基準光パルス、下の波線を観測光パルスとする。

また光源からの光パルスを複屈折で 2 つの異なるタイミングパルスに分割することで時間差のある 2 つの相関値を同時に得る事ができる。基準パルスに対する測定パルス時間位置の違いの相関値として ch1ch2 の差分を取る事で高精度の測定結果を得る事ができる。

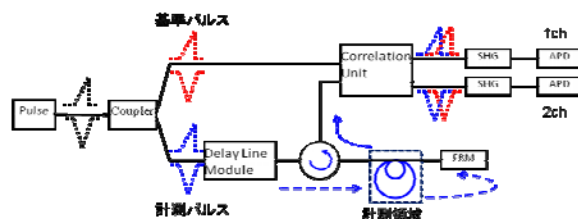


図.1:光パルス相関測定法構成図

3.2 技術要素2:測定感度の向上法

相関値を求める方法は、合波器で合わせた光パルス変動を SHG と光受信機を通し信号強度に変換する。この数値は 2 つの光パルスの重なるの割合が少ないほど小さく、重なるの割合が多いほど大きい値となる。つまり基準パルスに測定パルスが近づくほどに光受信機の出力が増大することになる。この減衰からパルス時間位置の変動を正確に観測できる。図 2 に示すように 2 つのパルスが一致すると数値も高くなる、この値はパルス幅が短い、つまり先頭値が大きいほど 2 乗に比例して大きくなる。光電変換、AD 変換の分解能が一定とすると、この先頭値が大きいほど高分解能(高精度)となる。

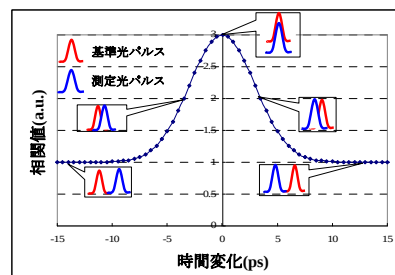


図.2:SHGの出力波形

4 現状と今後の方針

現在までに 10km での遠隔測定を確認した。今後はさらに遠距離での現実的測定長、パワーパルス幅で得られる感度、精度、分解能、測定可能な領域を明らかにする。その後、目的に応じた各パラメータの向上策を明らかにする予定である。

5 参考文献

[1] Xunjian Xu, Koji Nonaka, "High Resolution and Wide Dynamic Range Optic Fiber Temperature Sensing System Based on Correlation and Differential Technique," 光電子研究会 (OPE), 東京 (2009) [EI]