

光ファイバーの光学長測定にもとづく高分解能温度センシング II

High sensitivity temperature sensing based on the measurement of optical fiber lengths II

阪府大院・工 石黒敦己, 田中天翔, 松山哲也, 和田健司

Osaka Pref. Univ. °A. Ishiguro, A. Tanaka, T. Matsuyama, K. Wada,

E-mail: ishiguro0615@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

我々は、利得変調した分布帰還型 (DFB) 半導体レーザーからの出力光パルスをレーザーに帰還する光学系を用いて、 10^{-8} 程度の精度で光ファイバーの光学長を計測する手法を提案、実証した[1]。この技術をもとに、高分解能温度センサーに対する研究を進めている。これまでに、ハイトレル被覆を有する 1 km 長単一モード光ファイバーを用いて、その光学長が 0~25°C の温度範囲で、温度勾配 6.48 cm/°C で変動することを見積もった。また、測定距離分解能 (~20 μ m) から 1 km 長光ファイバーは、 10^{-4} °C オーダーの分解能をもつ温度センサーとして利用できることを確認した[2]。今回は、センシング温度範囲の拡大を試みたので報告する。

2. 実験系

Fig. 1 に光学系を示す。中心波長 1550 nm の利得変調した分布帰還型 (DFB) 半導体レーザーからの出力光パルスを偏波コントローラー、サーキュレーターを通し、50/50 カプラーで 2 分した。一方の出力光は、1 km 長光ファイバー (水槽内) とサーキュレーターを介し、固定ミラーによって反射させ、戻り光としてレーザーに帰還させた。もう一方の出力光は、フォトダイオードで受光し、その雑音強度を電気スペクトラムアナライザーで測定した。水槽内の水温を 25~60°C の範囲で変化させ、光ファイバーの光学長は ASE 雑音ピークを与える変調周波数の値から見積もった。

3. 実験結果

ASE 雑音ピークから見積もった光ファイバーの光学長 (赤線) と、白金抵抗温度計 (分解能: 0.02°C) を用いて測定した水槽内の温度 (青

線) の時間変化を Fig. 2 に示す。25~60°C の温度範囲において両者の時間変化は一致し、温度勾配 4.82 cm/°C で光ファイバーの光学長が変動することが見積もられた。ハイトレル被覆をもつ心線では素線に対して、およそ 5 倍の温度勾配をもつことを確認しており[2]、このことから、温度勾配に見られる以前の実験結果からの低下は、ハイトレル被覆の熱による劣化に起因すると考えられる。ただし、再び上記のハイトレル被覆心線を用いて 25~60°C の温度範囲で行った実験では、温度勾配 4.82 cm/°C が再現されることを確認した。

[1] Opt. Express, 23(18), 23013 (2015).

[2] レーザー学会第 488 回研究報告会 RTM16-07 (2016)

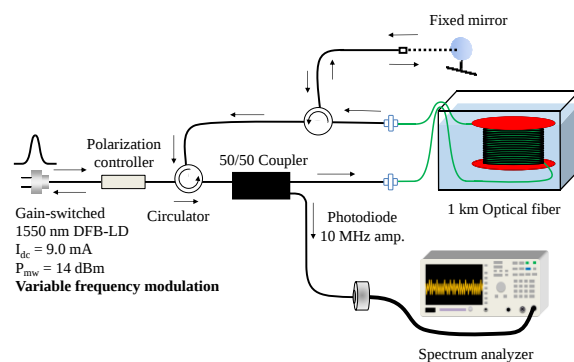


Fig. 1. Experimental Setup.

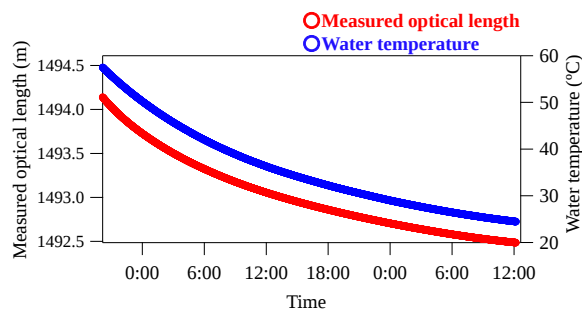


Fig. 2. Temporal variations in the optical length of 1-km fiber and the water temperature in a tank.