

高分解能光ファイバー温度センサー用パルス光源の最適条件の検討

Study on the optimal conditions of pulsed light source for high resolution

fiber optic temperature sensor

阪府大院・工 学(M1)内藤勇志, 北川宙拓, 徳永和成, 松山哲也, 和田健司, 岡本晃一

Osaka Pref. Univ. 〇Y. Naito, T. Kitagawa, K. Tokunaga, T. Matsuyama, K. Wada, and K. Okamoto

E-mail: naito0619@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

我々は、ピコ秒光パルスの相互相関にもとづく光ファイバー温度センシングシステムを構築し、高分解能温度計測を行ってきた[1,2]。システム改善の観点から、計測時間の短縮(30秒→10秒)を目指したが、これに伴い分解能が低下することを確認した。そこで今回は、短縮した測定時間においても高分解能特性を維持できるようにパルス光源の最適条件について検討したので報告する。

2. 実験

Fig. 1 に実験系を示す。光源には利得変調した 1550 nm-DFB-LD (緩和振動周波数 ~ 2 GHz) を用い、発生するピコ秒光パルス列をシステムに入射した。光源の変調周波数を掃引することにより、光ファイバーセンサー内を1往復してビームスプリッター(BS)を透過した光パルスと光源側からBSで反射した光パルスの中で相互相関波形を描いた。これにガウス関数フィッティングを施し、その標準偏差から距離分解能(温度分解能に対応)を見積もった。今回、正弦波変調器の出力レベルは最大値 14 dBm 一定に設定し、変調周波数と直流バイアスを掃引することにより、距離(温度)分解能が最小となる利得変調条件を見積もった。

3. 結果

一連の実験結果より、光パルスの強度スペクトルが広い帯域を有するとき、相互相関波形が先鋭化され、これに伴い標準偏差の値(温度分解能)が小さくなることがわかった。広帯域スペクトルが得られた例として、変調周波数 1.5 GHz, 直流バイアス 8 mA (しきい値電流 4.0

mA) に設定したときの光パルスの強度スペクトルを Fig. 2 に示す。1.5550 μm に見られる鋭いピークは、パルス時間波形の後部裾引き部に相当し、短パルス発生 of 観点からは抑制すべき成分であるが、本研究に対してはほとんど悪影響を及ぼさないことを確認した。Fig. 2 の条件で描いた相互相関波形を Fig. 3 に示す。これより見積もられる距離(温度)分解能は 12 μm (1.0×10^{-3} $^{\circ}\text{C}$) であり、測定時間を短縮する前と同等に高分解能特性を維持できることがわかった。

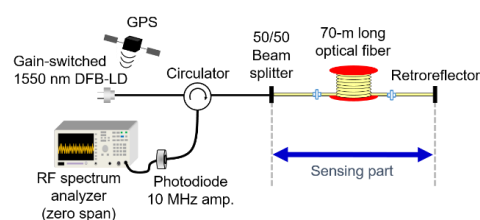


Fig. 1. Experimental setup.

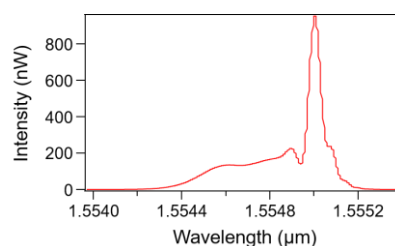


Fig. 2. An example of the broadened power spectrum.

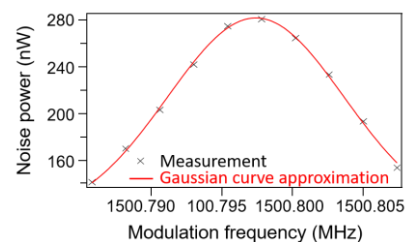


Fig. 3. Cross-correlation trace obtained when optical pulses in Fig. 2 were used.

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

[2] フォトニクスニュース, 5, 24 (2019).