

外部応力に対するファイバの局所的複屈折変動測定

Measurement of fiber local-birefringence fluctuation for external stress

明治大学大学院 先端数理科学研究科 (M1C) 武井 菜々子, 笠 史郎

Graduate School of Advanced Mathematical Sciences, Meiji University, Nanako Takei, Shiro Ryu

E-mail: cs203011@meiji.ac.jp

1. まえがき

我々はレイリー後方散乱光の同相(I)、直交(Q)成分をコヒーレントヘテロダイン検波によって検出し、光ファイバの局所的複屈折を測定する技術について検討を行ってきた[1, 2]。文献[3]では、後方散乱光の位相測定が行われているが、ビート信号の同相成分のみの測定を行っているため、位相測定にはフーリエ変換処理が必要であった。本論文では、光ファイバのある地点に外部応力をかけ後方散乱光の I, Q 成分を測定することにより、局所的な応力印加による複屈折変動の直接的な観測を行った結果について報告する。

2. 実験と考察

Fig. 1 は後方散乱光を測定するための実験系である。光 FSK 変調により OTDR 用の光パルスを生じた。光 FSK 変調は光 SSB 変調器を電圧制御発振器 (VCO) により駆動することで行い、OTDR パルスの繰り返し周波数は 1kHz、パルス幅は 10ns とし、対応する距離分解能は約 1m であった。ヘテロダイン検波後の中間周波数安定化のために、信号光と局部発振光の 10% を 90:10 カップラーで分岐させ、局部発振光の周波数を信号光の周波数に追従させた。信号光は光増幅器によって +11.3dBm まで増幅させた後、長さ 80km のシングルモードファイバ (SMF) に入射した。SMF は 20km 長のスプールを 4 つつないで構成しており、1 つ目と 2 つ目のスプール間 (20km 地点) にファイバーストレッチャーを挿入し、外部応力を印加した。ファイバーストレッチャーは、外部電圧により制御可能な PZT により 17m 長の光ファイバに応力を印加することができるものであり、今回は直流電圧を PZT に加えて一定の応力を印加した。SMF の後方散乱光を光 90 度ハイブリッド+バランス光受信器によって検出し、サンプリングレート 1.25GS/s で I, Q 信号を標本化した。Fig. 2. は、ファイバ長 0~80km における後方散乱光の瞬時位相から、平均的な複屈折による位相進行を差し引いた値をプロットしたものである。応力を印加した 20km 地点において値が大きく変動しており、局所的な複屈折が大きく変動していることを示しているものと考えられる。

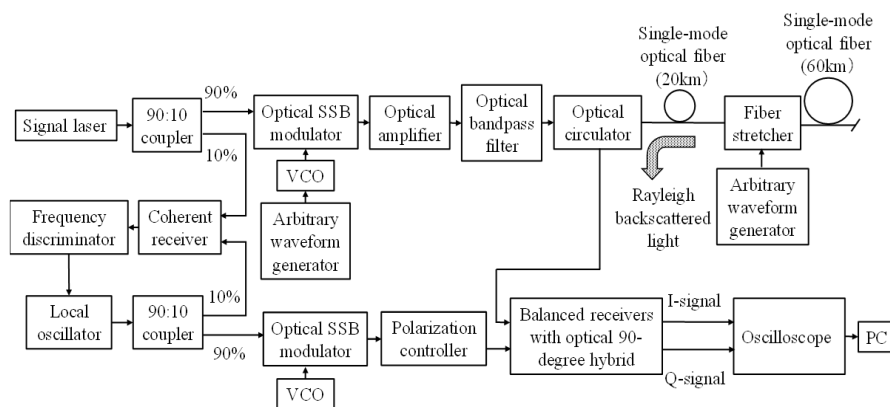


Fig. 1. Experimental setup.

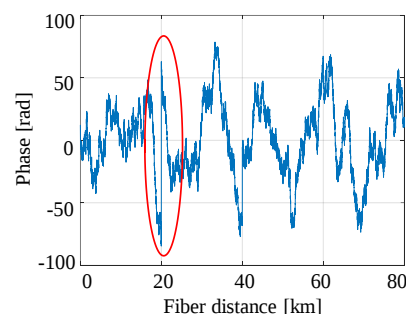


Fig. 2. Instantaneous phase when constant stress is applied.

参考文献

- [1] N. Takei and S. Ryu, "Novel measurement method of fiber-birefringence spatial distribution by coherent heterodyne detection of Rayleigh backscattered light," CLEO 2020, paper SF3P.3, 2020.
- [2] N. Takei and S. Ryu, "Rapid measurement of spatial distribution of birefringence in optical fibers by coherent heterodyne detection of Rayleigh backscattered light," CLEO Pacific Rim 2020, Concurrent 10, 2020.
- [3] Z. Pan et al., "Phase-sensitive OTDR system based on digital coherent detection," Asia Communications and Photonics Conference and Exhibition, 2011.